

**THAUAN SANTOS**  
**LUAN SANTOS**  
(organizadores)

# **ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE E DA ENERGIA**

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS E APLICAÇÕES**



**50** ANOS  
**LTC**

Prefácio por  
**Luiz Pinguelli Rosa**

THAUAN SANTOS  
LUAN SANTOS  
(organizadores)

# ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE E DA ENERGIA

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E APLICAÇÕES



50 ANOS  
LTC

Prefácio por  
Luiz Pinguelli Rosa



# ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE E DA ENERGIA

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E APLICAÇÕES

## ORGANIZADORES

THAUAN SANTOS

LUAN SANTOS

## COLABORADORES

Alessandra Magrini  
Alexandre Salem Szklo  
Amaro Olímpio Pereira Júnior  
André Frossard Pereira de Lucena  
Andrea Raccichini  
Carlos Eduardo Frickmann Young  
Carolina Burle Schmidt Dubeux  
Clarice Ferraz  
Eduardo Viola  
Emilio Lèbre La Rovere  
Esperanza González Mahecha  
Felipe Botelho Tavares  
Gabriella Lantos  
Guilherme Rodrigues Lima  
Isabella Zicarelli  
Líliã Caiado  
Lilian Bechara Elabras Veiga

Luan Santos  
Luiz Augusto Horta Nogueira  
Luiz Pinguelli Rosa  
Magda Eva Soares de Faria Wehrmann  
Maria Fernanda Gebara  
Maria Neuza da Silva Oliveira  
Matias Franchini  
Nivalde José de Castro  
Peter Herman May  
Rafael Silva Capaz  
Ramon Arigoni Ortiz  
Renan Silverio  
Ronaldo Fiani  
Rubens Rosental  
Thauan Santos  
Valéria Gonçalves da Vinha  
William Wills



LTC



Os autores e a editora empenharam-se para citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores dos direitos autorais de qualquer material utilizado neste livro, dispondo-se a possíveis acertos caso, inadvertidamente, a identificação de algum deles tenha sido omitida.

Não é responsabilidade da editora nem dos autores a ocorrência de eventuais perdas ou danos a pessoas ou bens que tenham origem no uso desta publicação.

Apesar dos melhores esforços dos autores, do editor e dos revisores, é inevitável que surjam erros no texto. Assim, são bem-vindas as comunicações de usuários sobre correções ou sugestões referentes ao conteúdo ou ao nível pedagógico que auxiliem o aprimoramento de edições futuras. Os comentários dos leitores podem ser encaminhados à **LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora** pelo e-mail [faleconosco@grupogen.com.br](mailto:faleconosco@grupogen.com.br).

Direitos exclusivos para a língua portuguesa

Copyright © 2018 by

**LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.**

**Uma editora integrante do GEN | Grupo Editorial Nacional**

Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na internet ou outros), sem permissão expressa da editora.

Travessa do Ouvidor, 11

Rio de Janeiro, RJ – CEP 20040-040

Tels.: 21-3543-0770 / 11-5080-0770

Fax: 21-3543-0896

[faleconosco@grupogen.com.br](mailto:faleconosco@grupogen.com.br)

[www.grupogen.com.br](http://www.grupogen.com.br)

Capa: Leônidas Leite

Produção digital: Geethik

**CIP – BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ.**

---

S239e

Santos, Thauan

Economia do meio ambiente e da energia: fundamentos teóricos e aplicações / Thauan Santos, Luan Santos ; colaborador Alessandra Magrini...[ et al.]. - 1. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2018.

23 cm.

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-85-216-3566-6

1. Engenharia ambiental. I. Santos, Luan. II. Magrini, Alessandra. III. Título.

18-48560

CDD: 363.7

CDU:504.06

Leandra Felix da Cruz – Bibliotecária - CRB-7/6135

---

# Prefácio

*Economia do Meio Ambiente e da Energia: Fundamentos Teóricos e Aplicações*, coordenado por Thauan Santos e Luan Santos, traz a contribuição de professores do Programa de Planejamento Energético da COPPE (PPE/COPPE/UFRJ), como Emilio Lèbre La Rovere, Alexandre Szklo, Alessandra Magrini, André Frossard e Amaro Pereira, além de contar com a colaboração de Luis Horta Nogueira, Nivalde de Castro, Peter May, Eduardo Viola, Carlos Eduardo Frickmann Young, Valéria Vinha, entre outros.

O livro destaca a importância das relações entre Economia, Energia e Meio Ambiente, no contexto do Desenvolvimento Sustentável. Esses temas são tratados de forma integrada, apresentando uma abordagem interdisciplinar e incluindo aspectos da Engenharia, da Ecologia, da Economia e das Relações Internacionais.

O tema é de grande atualidade, sobretudo quando se discute no mundo o problema das mudanças climáticas, que resultou, no final de 2015, no Acordo de Paris (COP 21). Além disso, vale destacar a relevância da temática frente à definição dos novos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como os inúmeros compromissos vinculantes e voluntários recentemente assumidos pelo Brasil.

Assim, a obra está estruturada em três partes: uma inicial, contendo alguns fundamentos teóricos, tais como as relações entre o pensamento econômico e meio ambiente/energia, economia da energia, dos recursos naturais e da poluição. A segunda parte discute questões de geopolítica e

relações internacionais, tais como o papel das instituições, das mudanças climáticas e da biodiversidade brasileira. Por fim, debate-se o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade socioambiental, ressaltando pontos sobre a gestão ambiental, a importância das empresas e o papel da educação ambiental.

Luiz Pinguelli Rosa  
Diretor de Relações Institucionais e  
Professor Titular e Emérito da COPPE/UFRJ

# Sobre os Organizadores

## **Thauan Santos**

Professor de Economia do Programa de Pós-Graduação da Escola de Guerra Naval (EGN), foi professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Doutor em Planejamento Energético pelo Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ), Mestre em Relações Internacionais pelo Instituto de Relações Internacionais (IRI/PUC-Rio) e Bacharel em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia (IE-UFRJ). Trabalhou na elaboração do Terceiro Inventário Nacional de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa e no projeto IES-Brasil (Implicações Econômicas e Sociais), coordenado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC). Participou e discursou como convidado em fóruns sobre definição e implementação dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), na Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU), em Nova York, nos Estados Unidos. Autor do livro “Economia, Meio Ambiente e Desenvolvimento”, publicado em 2012, em coautoria com Luan Santos. Atua principalmente nos seguintes temas: integração regional, segurança energética, desenvolvimento sustentável e economia de defesa.

## **Luan Santos**

Professor de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e de programas de MBA da Escola Politécnica (Poli-UFRJ).

É Pesquisador do Programa de Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (PPE/COPPE/UFRJ), além de *Government and Expert Reviewer* da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) sobre as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) à elaboração dos inventários nacionais de gases de efeito estufa. Trabalhou na elaboração da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC, bem como na Coordenação de Sustentabilidade da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). Foi docente de cursos de graduação e pós-graduação em instituições como Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Faculdade de Administração e Ciências Contábeis (FACC/UFRJ) e Fundação Dom Cabral (FDC). Foi coordenador do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). Doutor e Mestre em Planejamento Energético e Ambiental (PPE/COPPE/UFRJ) e Bacharel em Administração pela FACC/UFRJ. Atua principalmente nos seguintes temas: política climática, precificação de carbono e planejamento energético e ambiental.

# Sobre os Colaboradores

## **Alessandra Magrini**

Engenheira Química pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ e Doutora em Administração pela COPPEAD/UFRJ com doutorado-sanduiche no ENEA — Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Itália). Atualmente é Professora Associada IV do Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ). Tem experiência na área de Planejamento Energético, com ênfase em Gestão Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: impactos ambientais, energia e meio ambiente, indústria e meio ambiente, gestão de bacias hidrográficas e de recursos hídricos, gestão de resíduos sólidos, ecologia industrial e análise de ciclo de vida, política ambiental.

## **Alexandre Salem Szklo**

Professor Associado do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ. Doutor pela COPPE/UFRJ. Engenheiro Químico pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É autor de inúmeros artigos científicos e livros, e orientador de teses de doutorado e dissertações de mestrado nos temas de eficiência energética, matriz energética, cogeração, biocombustíveis, refino de petróleo e mercado de petróleo e derivados. Nos últimos cinco anos ganhou por duas vezes o Prêmio Giulio Massarani de Mérito Acadêmico, concedido pelo Instituto

Luiz Alberto Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE/UFRJ) aos seus professores. Também foi agraciado nos anos de 2013, 2014 e 2015 com o prêmio de orientação de teses na área de engenharia pela Vale-CAPES. Compõe o Núcleo de Assessores em Tecnologia e Inovação (Nati) do CNPq, com um mandato de três anos, relativo ao período de 1<sup>o</sup> de novembro de 2011 a 31 de setembro de 2014.

### **Amaro Olímpio Pereira Júnior**

Graduado em Economia pela Universidade Federal Fluminense (UFF), é Mestre e Doutor em Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ). Foi Pesquisador do Centro Clima/COPPE/UFRJ e consultor técnico da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Atualmente é Professor Adjunto do PPE/COPPE/UFRJ e Diretor do Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Energético (ILUMINA). Tem experiência em modelagem energética e ambiental, além de atuar nas áreas de regulação dos setores de energia, em análises da inserção de novas tecnologias das diferentes fontes de energia e nas questões relacionadas a mudanças climáticas.

### **André Frossard Pereira de Lucena**

Economista formado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), com mestrado e doutorado em Planejamento Energético e Ambiental. Foi pesquisador do *Lawrence Berkeley National Laboratory* nos EUA, trabalhando em avaliação de impactos de mudanças climáticas sobre infraestrutura de energia. Atualmente é Professor Adjunto do PPE/COPPE/UFRJ, atuando em pesquisa nas áreas de planejamento energético integrado, modelagem energética, mudanças climáticas globais e economia da energia e do meio ambiente. Foi autor-colaborador do Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU (IPCC). Em 2012, tornou-se um *Fulbright Fellow* pelo

*Fulbright Regional Network for Applied Research* no tema Energia Sustentável.

### **Andrea Raccichini**

Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED/IE-UFRJ), em 2014, e Mestre em Mercados Financeiros e Finanças Corporativas pelo Instituto de Economia da *Alma Mater Studiorum di Bologna* (2011). Bacharel em Administração pelo Instituto de Economia da *Alma Mater Studiorum di Bologna* (2007). As abordagens teóricas de suas pesquisas fundamentam-se na Economia Institucionalista, Teoria da Firma, Economia Ecológica e Variedade de Capitalismo. A ênfase de suas pesquisas é no setor de energia, em específico: impactos socioambientais de grandes empreendimentos, mudança institucional, estratégias empresariais e desenvolvimento sustentável.

### **Carlos Eduardo Frickmann Young**

Doutor em Economia pela *University College*, Londres, Mestre em Economia pela UFRJ e Pós-graduado em Políticas Públicas (ILPES/CEPAL, Santiago do Chile). Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Pesquisador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (INCT-PPED), foi presidente da ECOECO e também é membro da *International Input-Output Association*. Tem inúmeros trabalhos publicados em temas relacionados a desenvolvimento e meio ambiente, tais como comércio internacional e meio ambiente, contas nacionais ambientais, aspectos econômicos do desmatamento, valoração dos recursos ambientais e economia do aquecimento global.

### **Carolina Burle Schmidt Dubeux**

Cientista Social (1983), Mestre (1998) e Doutora (2007) em Planejamento Energético com área de concentração em Planejamento Ambiental pelos

Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente, é Pesquisadora Sênior do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima/COPPE/UFRJ). Tem experiência na área de Energia e Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas, planejamento energético e planejamento ambiental. É uma das autoras do capítulo Economia da Adaptação, do Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

### **Clarice Ferraz**

Professora da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde é membro do Grupo de Estudos em Bioeconomia, e Pesquisadora Associada do Grupo de Economia da Energia do Instituto de Economia da UFRJ. É Doutora em Ciências Econômicas e Sociais pela Universidade de Genebra, Suíça, onde trabalhou como pesquisadora por sete anos. Formada em Economia pela Universidade de Brasília (UnB), possui mestrado em Energia pela *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* (EPFL) e mestrado em Administração Pública com especialização em Gestão do Meio Ambiente pela Universidade de Genebra. Trabalha principalmente com aspectos regulatórios ligados à difusão das novas energias renováveis e da geração distribuída. Nesses últimos anos, vem atuando como professora também no programa de MBA de Economia e Gestão da Energia da COPPEAD.

### **Eduardo Viola**

Professor Titular do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília (UnB), Pesquisador Nível 1B do CNPq e Coordenador do Grupo de Pesquisa “Sistema Internacional no Antropoceno e Mudança Global do Clima”. Foi Professor Visitante de várias universidades, entre as quais, Stanford, Texas, Amsterdã, Notre Dame, Colorado e San Martin. É membro

de vários comitês científicos nacionais e internacionais. Seu último livro é “Sistema Internacional de Hegemonia Conservadora: Governança Global e Democracia na Era da Crise Climática”, em coautoria com Matías Franchini e Thais Ribeiro (Annablume, 2013). Suas principais áreas de pesquisa são: globalização e governança, sistema internacional no antropoceno, economia política internacional da energia e da mudança climática, relações internacionais nas américas e política externa brasileira.

### **Emilio Lèbre La Rovere**

Graduado em Engenharia Elétrica de Sistemas e Industrial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação pela UFRJ e Doutor em Técnicas Econômicas, Previsão, Prospectiva pela *École des Hautes Études en Sciences Sociales* de Paris. Atualmente, é Professor Titular do Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ), onde coordena o Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA) e o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima). Tem experiência na área de Energia e Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento energético, planejamento ambiental, desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas. Participou, desde 1992, da autoria de diversos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), sendo membro deste grupo de cientistas que recebeu, em 2007, o Prêmio Nobel da Paz, em conjunto com Al Gore.

### **Esperanza González Mahecha**

Doutora e Mestre em Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ), Economista pela Universidade Nacional da Colômbia (UNAL) e tem pós-graduação em Estatística pela mesma instituição. Possui experiência em consultoria e assessoria em entidades tais como Agência de Regulação de Água Potável e Saneamento Básico (CRA), Unidade de Planejamento

Mineiro Energético da Colômbia, Ecopetrol S.A. e Observatório Colombiano de Energia da Universidade Nacional da Colômbia. Participou, na Universidade do Minho (Portugal), do projeto *European-Brazilian Network on Energy Planning*, assim como do programa *Young Scientists Summer Program (YSSP)*, do *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)*. Tem como principais linhas de pesquisa os seguintes temas: modelagem de otimização aplicada ao setor energéticos, edificações, políticas públicas, regulação econômica e mudanças climáticas.

### **Felipe Botelho Tavares**

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ), Mestre em Economia e Gestão de Indústrias de Rede pela *Université Paris Sud XI* (Paris, França) e *Universidad Pontificia Comillas* (Madri, Espanha), doutorando em Economia pela UFRJ e Pesquisador Visitante na *Columbia University* (Nova York, EUA). Foi Analista Sênior do Instituto Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (IBP) e Pesquisador do Grupo de Economia da Energia (GEE/UFRJ), trabalhando com questões de regulação, análise de projetos, política energética e mercados. Teve passagem em diversos centros desenvolvendo pesquisas na área de infraestrutura e energia, como Comissariado de Energia Atômica, na França, e CEPAL/ONU.

### **Gabriella Lantos**

Graduada em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ), Mestre na mesma instituição e, atualmente, é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED/IE-UFRJ). A área de concentração de pesquisa é Sustentabilidade, tendo como tema de tese “Custos de Depleção, Degradação e Emissões de Gases de Efeito Estufa, Renda Ajustada da Extração de Petróleo e Gás Natural no Brasil”. Antes de se dedicar à pesquisa doutoral, trabalhou como gestora na área empresarial,

no Brasil e no exterior, nos setores de mineração, telecomunicações e transporte. Tem experiência na área de planejamento estratégico, fusões e aquisições, reestruturação de empresas e operações estruturadas.

### **Guilherme Rodrigues Lima**

Mestre em Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ) e Bacharel em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ). Atualmente, faz doutorado em Planejamento Energético com ênfase em Gestão Ambiental, com tema de pesquisa sobre a Pegada Hídrica de *commodities* agrícolas no Brasil. É Pesquisador do Laboratório Interdisciplinar de Conflitos Ambientais e Gestão Ambiental Cooperativa (LINCA-PPE). Suas áreas de pesquisa incluem: impactos socioambientais de empreendimentos hidrelétricos e gestão ambiental de recursos hídricos e instrumentos econômicos para conservação da biodiversidade e métodos quantitativos.

### **Isabella Zicarelli**

Engenheira Ambiental formada pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Poli-UFRJ), tem experiência em projetos de mudanças climáticas no Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima/COPPE/UFRJ). Trabalhou na elaboração do 3º Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa.

### **Lilia Caiado**

Doutoranda em Economia do Meio Ambiente na *University College London*. Graduada em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Mestre em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Foi Assistente de Pesquisa no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) por dois períodos (2010-2012), na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset), e, em 2017, na

Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur). Foi consultora de pesquisa da ONU Ambiente, atuando no projeto Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil. Coordenou as áreas de mudanças climáticas e finanças sustentáveis do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável entre 2015 e 2017. Durante o ano de 2017, atuou como Economista na consultoria *Vivid Economics* em Londres e atualmente é *Fellow* da iniciativa *Climate CoLab*, do *Massachusetts Institute of Technology*.

### **Lilian Bechara Elabras Veiga**

Arquiteta pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ, Mestre em Administração pela *School of Professional Studies in Business and Education – Johns Hopkins University*, Doutora em Planejamento Ambiental pela COPPE/UFRJ, Pós-doutorado em Gestão de Recursos Hídricos pela COPPE/UFRJ. Atualmente é Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Tem experiência na área de gestão ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão ambiental pública e empresarial, ecologia industrial, simbiose industrial, gestão de recursos hídricos e gestão de resíduos.

### **Luiz Augusto Horta Nogueira**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Especialista em Economia da Energia pela *Fundación Bariloche* e Doutor pela Unicamp. Foi Cientista Visitante na FAO (Roma) e Diretor Técnico da Agência Nacional do Petróleo (1998/2004). Atualmente é Professor Titular do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e Consultor de Agências das Nações Unidas (FAO, CEPAL, PNUD) em temas energéticos. Atua em estudos técnicos, econômicos e ambientais de sistemas energéticos, principalmente

relacionados a cogeração, bioenergia (etanol, biodiesel e bioeletricidade) e eficiência energética nos usos finais.

### **Luiz Pinguelli Rosa**

Doutor em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Mestre em Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ e graduado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Foi Diretor da COPPE/UFRJ por quatro mandatos e é ex-Presidente da Eletrobras. Atualmente é diretor institucional da COPPE/UFRJ, Professor Emérito e Titular do Programa de Planejamento Energético do PPE/COPPE/UFRJ, Professor do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE/UFRJ) e secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Tem as seguintes áreas principais de pesquisa: planejamento energético, mudanças climáticas e epistemologia e história da ciência. Foi Pesquisador ou Professor Visitante das Universidades de Stanford (SLAC), da Pensilvânia, de Grenoble e de Cracóvia, na Polônia, do *Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement* (CIRED), em Paris, do *Centro Studi Energia Enzo Tasseli*, do Ente Nazionale per l'Energia Nucleare e Fonti Alternative, ambos na Itália, e da *Fundación Bariloche*, na Argentina. Foi ainda membro do Conselho do Pugwash (1999-2001), entidade fundada por Albert Einstein e Bertrand Russel, a qual ganhou o Nobel da Paz em 1995, e tem participado do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), instituição que recebeu o Prêmio Nobel da Paz em 2007.

### **Magda Eva Soares de Faria Wehrmann**

Graduada em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás), Mestre em *Économie Agro Alimentaire - Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier* e Doutor em Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economias Agrária e dos Recursos Naturais, atuando

principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento sustentável e socioeconomia da agricultura, sobretudo de sojicultura, cultura do feijoeiro, milho e pecuária de leite. Atualmente, é servidora pública Professora Adjunta da UnB, lotada no Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDs/UnB).

### **Maria Fernanda Gebara**

Trabalha com os temas de mudanças climáticas e florestas desde 2004. É Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela *London School of Economics and Political Sciences* (LSE) e doutoranda na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente é Pesquisadora Associada do Departamento de Desenvolvimento Internacional da LSE e consultora do Centro Internacional de Pesquisa Florestal (CIFOR). Já trabalhou como Pesquisadora Visitante do *Oxford Centre for Tropical Forests* (OCTF), na Universidade de Oxford, e como consultora para diferentes organizações, como a TNC, o BID e o Ministério do Meio Ambiente. Seus principais temas de pesquisa são: mudanças climáticas, incentivos e instrumentos políticos e econômicos para conservação florestal, REDD+, repartição de benefícios e manejo florestal sustentável participativo.

### **Maria Neuza da Silva Oliveira**

Doutora em Desenvolvimento Sustentável – área de atuação em Gestão e Política Ambiental (Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB) – e Mestre na mesma área. Tem especialização em Resolução de Conflitos Socioambientais pela Universidade de Brasília (UnB) e graduação em Pedagogia (UnB). Atualmente é Pesquisadora/Colaboradora na Faculdade de Educação da UnB e Pós-doutoranda na Faculdade UnB-Planaltina no Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (MADER). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: desenvolvimento sustentável, agricultura familiar, bioma cerrado, recursos hídricos, educação

ambiental e educação do campo/juventude rural, educação a distância, agroecologia, extensão rural e desenvolvimento rural sustentável.

### **Matías Franchini**

Bacharel em Ciência Política pela Universidad Católica de Buenos Aires, Mestre e doutorando em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília (UnB). Foi Professor Substituto do Instituto de Relações Internacionais da UnB e atualmente é Colaborador de pesquisa visitante na Universidade de Princeton. É membro da Rede de Pesquisa “Sistema Internacional no Antropoceno e Mudanças Climáticas” da UnB, membro do Departamento de Meio Ambiente do Instituto de Relações Internacionais da Universidad de La Plata, Argentina. É autor de várias publicações em português, inglês e espanhol, incluído o livro “Sistema Internacional de Hegemonia Conservadora: Governança Global e Democracia na Era da Crise Climática”, em coautoria com Eduardo Viola e Thais Ribeiro (Annablume, 2013). Suas áreas principais de interesse são: relações internacionais, governança ambiental global, economia política internacional das mudanças climáticas e política latino-americana.

### **Nivalde José de Castro**

Professor Doutor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ) desde 1975. Leciona disciplinas na graduação e pós-graduação sobre o setor elétrico. É coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) e autor de inúmeros artigos sobre o setor, publicados em revistas e portais especializados e periódicos acadêmicos.

### **Peter Herman May**

Brasileiro naturalizado, é Professor Associado IV do Curso de Pós-Graduação em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA/DDAS/ICHS/UFRRJ) e coordena a Área de Concentração em

Estratégias, Desenvolvimento e Sustentabilidade (EDS) do curso de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ). Foi Presidente da *International Society for Ecological Economics* (ISEE) e atualmente preside a Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO). É membro do Conselho Assessor Internacional do Projeto TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*.

### **Rafael Silva Capaz**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e Mestre em Ciências da Engenharia da Energia pela mesma instituição, onde também é Professor Assistente. Atualmente é aluno do Programa de Doutorado em Planejamento Energético (Unicamp). Suas áreas de atuação são: Biocombustíveis, com ênfase em Análise do Ciclo de Vida; Gestão Ambiental em Unidades Produtivas e Avaliação de Impactos e Licenciamento Ambiental de Empreendimentos.

### **Ramon Arigoni Ortiz**

Economista Ambiental, Doutor pela Universidade de Bath, Reino Unido, Mestre em Economia e formação em Matemática Aplicada e Análise de Sistemas de Informação. Foi Pesquisador Sênior no Centro Basco de Mudanças Climáticas (BC3), Espanha, e Pesquisador Associado da Universidade de Bath. No Brasil, trabalhou com o IPEA, onde participou de vários projetos de valoração econômica de unidades de conservação, entre elas o Parque Nacional do Iguaçu e o Parque Estadual Morro do Diabo, e de estudos de valoração contingente para estimar os impactos da poluição atmosférica na saúde humana. Também trabalhou como consultor para várias organizações internacionais como o Banco Mundial, IADB e UNDP. Atualmente trabalha na Secretaria da Casa Civil da Prefeitura do Rio de Janeiro.

### **Renan Silverio**

Graduado em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ), Mestre e Doutor em Planejamento Energético pelo PPE/COPPE/UFRJ. Atua profissionalmente na Estratégia Corporativa da Petrobras desde 2008 e, desde 2017, gerencia a equipe responsável pela elaboração de premissas de preços de petróleo derivados e gás natural de longo prazo para o processo de planejamento estratégico, neste mesmo departamento.

### **Ronaldo Fiani**

Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente é Professor Associado do Instituto de Economia da UFRJ. Foi Assessor do Ministério da Fazenda (1994-5), da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2001), Pesquisador Visitante no Centro de Estudos Brasileiros da Universidade de Oxford (2003) e no IPEA/Brasília (2011-2012). É autor dos livros “Teoria dos Jogos” (2009) e “Cooperação e Conflito: instituições e desenvolvimento econômico” (2011).

### **Rubens Rosental**

Economista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE-UFRJ. É Pesquisador Sênior do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) e tem realizado pesquisas nas áreas de Cenários Macroeconômicos, Governança Corporativa e Integração Energética.

### **Valéria Gonçalves da Vinha**

Professora Associada do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ). Bacharel em História pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Mestre em História

Econômica pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Doutorado-sanduíche no *Center for Latin American Studies - University of California*, Berkeley, e Doutorado pleno no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Fundamenta suas pesquisas e disciplinas na Sociologia Econômica, na Economia Institucionalista e na Economia Ecológica, com ênfase nos seguintes temas: Estratégias Empresariais e Sustentabilidade, Impactos Socioambientais de Grandes Empreendimentos, e Gestão da Biodiversidade e Conflito na Zona Costeira e Marinha.

### **William Wills**

Engenheiro eletrônico com mestrado, doutorado e pós-doutorado no Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ. É coordenador de pesquisa no Centro Clima, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e consultor internacional com experiência em instituições como o Banco Mundial, PNUD, CEPAL, IIASA, Departamento de Planejamento Nacional da Colômbia e o WRI. Participou em mais de 30 projetos de pesquisa sobre cenários de mitigação, modelagem macroeconômica e inventários de GEE, e é revisor de importantes revistas científicas indexadas.

# Sumário

## **APRESENTAÇÃO**

## **PARTE I – FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **CAPÍTULO 1**

Desenvolvimento, Meio Ambiente e Energia:  
Principais Abordagens Econômicas e Suas Limitações

### **CAPÍTULO 2**

Economia do Meio Ambiente: Falhas de Mercado e  
Instrumentos de Política Ambiental

### **CAPÍTULO 3**

Valoração Ambiental

### **CAPÍTULO 4**

Economia da Energia

## **PARTE II – GEOPOLÍTICA, RELAÇÕES INTERNACIONAIS E QUESTÕES GLOBAIS**

### **CAPÍTULO 5**

Mudança Climática: Causas e Perspectivas

### **CAPÍTULO 6**

Florestas, REDD+ e Biodiversidade Brasileira

## **CAPÍTULO 7**

Desafios do Antropoceno: A Transição da Política Ambiental Internacional para a Governança Global dos Limiares Planetários

## **CAPÍTULO 8**

Economia, Indústria e Geopolítica Energética

## **CAPÍTULO 9**

Integração Energética e Desenvolvimento Regional

## **PARTE III – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E GESTÃO**

## **CAPÍTULO 10**

Política e Gestão Ambiental: Evolução, Conceitos, Instrumentos e o Caso de Gestão de Recursos Hídricos

## **CAPÍTULO 11**

Educação Ambiental

## **CAPÍTULO 12**

Contabilidade Ambiental

## **CAPÍTULO 13**

Mudança Institucional e Sustentabilidade no Setor de Petróleo e Gás

## **CAPÍTULO 14**

Fontes Renováveis e Alternativas de Energia

## **RESPOSTAS DAS QUESTÕES**

# Apresentação

## **UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE ECONOMIA, MEIO AMBIENTE E ENERGIA**

Esta obra tem como principal objetivo relacionar três temáticas muito frequentemente abordadas e estudadas de maneira independente e autônoma, a saber: Economia, Energia e Meio Ambiente. De fato, como será apresentado ao longo dos diversos capítulos, não cabia na discussão inicial sobre economia o debate acerca dos (limites impostos pelos) recursos naturais.

Na verdade, o que imperava era a ideia de que os recursos naturais estavam à disposição dos seres humanos para serem explorados. A partir do advento da 1<sup>a</sup> Revolução Industrial, sobretudo a partir de meados do século XVIII, a exploração intensiva desses recursos passou a ser buscada pelas diferentes nações, tendo, muitas vezes, nas sujas chaminés das fábricas da Europa Ocidental, a representação máxima do crescimento (e “desenvolvimento”) das economias. Sem dúvida, a disseminação do modelo de crescimento econômico desses países em escala global passou a pressionar a oferta dos recursos, tornando necessária sua revisão.

Um exemplo claro dessa necessidade se deu no setor energético, como destacam Wrigley<sup>i</sup> e Kissinger<sup>ii</sup>. Antes das revoluções industriais, era a energia mecânica (humana ou a partir de animais) que servia de base para as transformações da sociedade. Com a 1<sup>a</sup> Revolução Industrial, contudo, o carvão passou a constituir a fonte de energia essencial às máquinas movidas

a vapor, substituído pela eletricidade e pelo petróleo na 2<sup>a</sup> Revolução Industrial.

Com a 3<sup>a</sup> Revolução Industrial, especialmente após os anos 1970, e em particular com os choques de petróleo de 1973 e 1979, passou-se a ter uma preocupação maior com a questão da diversificação da matriz energética, bem como com os impactos ambientais decorrentes das atividades relacionadas ao setor de energia e à própria dinâmica da economia. Portanto, é nesse novo cenário que se começa a (re)pensar e (re)fazer a política energética e ambiental, agora levando-se em conta os *spillovers* (externalidades) sobre o processo econômico.

Dessa forma, é necessário notar que a energia desempenha um papel muito importante no crescimento de longo prazo das economias e é fundamental para explicar as Revoluções Industriais.<sup>iii</sup> Recentemente, contudo, ela tem sido considerada em um espectro mais amplo, na medida em que dialoga com outras áreas inicialmente distantes da energética, como a social e a ambiental.

Por isso, estar atento às interações (positivas e negativas) da área de energia com o meio ambiente significa se preocupar com as distintas tecnologias e diferentes fontes de energia. Sem dúvida, um indicador básico e norteador na definição dos diferentes tipos é o seu preço, que nem sempre se encontra tão relacionado aos mecanismos de mercado (oferta e demanda).

Na verdade, como veremos nos diversos capítulos, o *trade-off* entre investimentos nas distintas fontes de energia é frequentemente associado ao preço do petróleo, hoje considerado mais uma *commodity* internacional.<sup>iv</sup> Portanto, e ciente da relevância dessa fonte como insumo para diversos setores, bem como seu baixo preço relativo frente aos demais custos de produção, faz-se urgente refletir sobre esse regime internacional baseado no petróleo enquanto fonte energética-chave, bem como planejar alternativas ao *modus operandi*. Tal questão se torna ainda mais urgente dado o

contexto das mudanças climáticas globais e da pressão sobre os recursos naturais do planeta.

Cabe destacar, ainda, a necessidade de se pensar a relação entre energia, meio ambiente e economia para além da lógica do crescimento econômico. Em outras palavras, é importante que se discuta e se leve em conta o conceito mais amplo de “desenvolvimento”, que frequentemente é associado a um conceito “guarda-chuva”. Isso porque quando enxergamos mais do que exclusivamente os dados e indicadores econômicos, passamos, necessariamente, a levar em conta questões ambientais, mas não apenas; consideram-se, também, desigualdades, direitos humanos, liberdades e capacidades.<sup>v</sup> Já se sabe, inclusive, a partir de uma série de trabalhos e artigos científicos, das limitações (e dos perigos) associadas ao conceito de crescimento (econômico).<sup>vi</sup>

Portanto, esta obra tem a ousada intenção de relacionar essas questões, ora tratadas de forma independente, ora tratadas de forma limitada, associando-as com diferentes ciências e saberes. Nesse sentido, distintos institutos e departamentos de diversas universidades brasileiras contribuíram para este trabalho, tais como:

- Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS-UnB);
- Engenharia UFRJ-Macaé;
- Grupo de Economia da Energia, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GEE-IE-UFRJ);
- Grupo de Economia do Meio Ambiente, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GEMA-IE-UFRJ);
- Grupo de Estudos do Setor Elétrico, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL-IE-UFRJ);
- Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ);

- Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (IRN/UNIFEI).
- Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília (IREL/UnB);
- Prefeitura do Rio de Janeiro;
- Programa de Planejamento Energético, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (PPE/COPPE/UFRJ);
- Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA/UFRRJ);
- Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Brasília (PPGE-UnB);
- Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN);
- Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED/IE-UFRJ); e
- University College London (UCL).

Sendo assim, e a partir das diferentes contribuições desta obra, esperamos que os leitores tenham uma compreensão mais plena da complexidade das temáticas abordadas, bem como de suas interconexões e interações. Vale destacar que, ao final de cada capítulo, encontram-se sugestões de leituras, questões discursivas (com respectivas respostas ao final do livro), bem como a definição dos principais conceitos abordados e discutidos.

## **ORGANIZAÇÃO DO LIVRO**

O livro está organizado em três grandes partes:

- I – Fundamentos Teóricos;
- II – Geopolítica, Relações Internacionais e Questões Globais; e
- III – Desenvolvimento Sustentável, Responsabilidade Socioambiental e Gestão.

Na seção de **Fundamentos Teóricos**, encontram-se os capítulos que apresentam os fundamentos conceituais que permearão o livro. Dessa forma, no Capítulo 1, *Desenvolvimento, Meio Ambiente e Energia: Principais Abordagens Econômicas e Suas Limitações*, Ronaldo Fiani (IE-UFRJ), começa a discussão a partir da abordagem desenvolvimentista do pós-guerra e da importância da formação de capital, destacando a questão energética e a omissão do meio ambiente nessa abordagem. Em seguida, enfatiza a abordagem do decrescimento, como sendo o desenvolvimento negado em nome do meio ambiente. O autor finaliza apresentando a abordagem ortodoxa da economia do meio ambiente, além de destacar críticas à economia ecológica.

No Capítulo 2, *Economia do Meio Ambiente: Falhas de Mercado e Instrumentos de Política Ambiental*, Luan Santos (Engenharia UFRJ-Macaé), Amaro Olímpio Pereira Júnior (PPE/COPPE/UFRJ) e André F. P. Lucena (PPE/COPPE/UFRJ) discutem a dinâmica do mercado e as suas falhas – direitos de propriedade e externalidades negativas. Segue-se a apresentação dos principais instrumentos econômicos e não econômicos de política ambiental, quais sejam os instrumentos de comando-e-controle, as taxas, os subsídios e os certificados negociáveis de poluição.

No Capítulo 3, *Valoração Ambiental*, Ramon Arigoni Ortiz (Prefeitura do Rio de Janeiro) e Lilia Caiado (University College London) apresentam os aspectos metodológicos, bem como os principais métodos de valoração ambiental – métodos diretos e indiretos. Em seguida, apresentam as principais técnicas de transferência de benefícios e as suas conclusões.

No Capítulo 4, *Economia da Energia*, Thauan Santos (PEGN), Esperanza González (PPE/COPPE/UFRJ), Renan Silverio (Petrobras) e Alexandre Szklo (PPE/COPPE/UFRJ) apresentam os principais conceitos e as fundamentais discussões teóricas acerca da temática. Começam debatendo a economia dos recursos não renováveis, além de apresentar e discutir a regra de Hotelling e a abordagem clássica de Hubbert. Em seguida, apresentam-se as principais estruturas de mercado, a necessidade de regulação do monopólio e, então, o caso do setor elétrico e de gás natural. Por fim, é discutido o setor de petróleo, a partir do caso da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), bem como a evolução da precificação mundial dessa *commodity*.

Na segunda seção, **Geopolítica, Relações Internacionais e Questões Globais**, são debatidos aspectos como as mudanças climáticas, o papel das florestas e das instituições, além da geopolítica da energia e a integração energética. No Capítulo 5, *Mudança Climática: Causas e Perspectivas*, Carolina Burle Schmidt Dubeux (PPE/COPPE/UFRJ), William Wills (PPE/COPPE/UFRJ), Emilio Lèbre La Rovere (PPE/COPPE/UFRJ) e Isabella Zicarelli (Poli/UFRJ) apresentam a relação entre economia e clima, e são analisadas as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em termos mundiais e nacionais. Em seguida, propostas de mitigação e de adaptação são analisadas, com um foco na política climática brasileira. Por fim, são debatidos os custos de mitigação e de adaptação, de modo que são apresentados instrumentos e ferramentas disponíveis, bem como alguns exemplos de estudos econômicos.

No Capítulo 6, *Florestas, REDD+ e Biodiversidade Brasileira*, Guilherme R. Lima (PPE/COPPE/UFRJ), Maria Fernanda Gebara (LSE) e Peter H. May (CPDA/UFRJ) discutem os serviços ambientais e o Pagamento pelos Serviços Ambientais (PSA), com foco no caso florestal. Em seguida, os autores debatem as tendências na política internacional de REDD+, a partir do financiamento, da transparência, do monitoramento, da

verificação e dos arranjos institucionais. Por fim, são apresentadas as causas do desmatamento e da degradação florestal, ressaltando-se a importância do Brasil e de outros países tropicais com relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE).

No Capítulo 7, *Desafios do Antropoceno: A Transição da Política Ambiental Internacional para a Governança Global dos Limiares Planetários*, Eduardo Viola (IREL/UnB) e Matías Franchini (IREL/UnB) discutem conceitos associados à relação das fronteiras planetárias e a transição para o Antropoceno. Em seguida, relacionam a política ambiental internacional aos regimes, finalizando com as exigências cooperativas do Antropoceno para a governança global.

No Capítulo 8, *Economia, Indústria e Geopolítica Energética*, Clarice Ferraz (GEE/UFRJ) e Felipe Botelho (GEE/IE-UFRJ) apresentam as relações entre as características das indústrias energéticas, bem como as relações entre energia e economia. Em seguida, associam tais questões à geopolítica energética mundial, às políticas energéticas e à competitividade dessas indústrias. Nesse capítulo, são mostrados dados recentes acerca da relação entre demanda por energia primária e o produto interno bruto (PIB), da oferta mundial de energia primária por fonte e da produção, consumo e reservas/capacidade instalada para determinados países do mundo.

No Capítulo 9, *Integração Energética e Desenvolvimento Regional*, Thauan Santos (EGN), Nivalde J. de Castro (GESEL/IE-UFRJ) e Rubens Rosental (GESEL/IE-UFRJ) destacam os benefícios associados ao planejamento conjunto e integrado do setor energético de diferentes países de uma mesma região. É feita uma discussão conceitual, inicialmente, seguida do estudo de caso da Europa, bem como das Américas do Norte, Central e do Sul. São apresentados dados atualizados, bem como figuras que mostram as interligações e os fluxos energéticos das regiões estudadas. Por fim, os autores defendem que a integração energética é capaz de promover o desenvolvimento regional e garantir a segurança energética

regional, além de contribuir para a mitigação dos impactos socioambientais dos projetos energéticos.

Na última seção, **Desenvolvimento Sustentável, Responsabilidade Socioambiental e Gestão**, são discutidos temas como gestão e educação ambiental, a contabilidade ambiental e o papel das empresas, assim como a importância das fontes alternativas de energias, das energias renováveis e dos biocombustíveis. No Capítulo 10, *Política e Gestão Ambiental: Evolução, Conceitos, Instrumentos e o Caso de Gestão de Recursos Hídricos*, Alessandra Magrini (PPE/COPPE/UFRJ) e Lilian Bechara Elabras Veiga (IFRJ) discutem, inicialmente, a evolução da política e da gestão ambiental no Brasil e no mundo. Em seguida, tratam do estudo de caso sobre o modelo de gestão de recursos hídricos no Brasil.

No Capítulo 11, *Educação Ambiental*, Maria Neuza da Silva Oliveira (PPGE- UnB) e Magda Eva Soares de Faria Wehrmann (CDS-UnB) fazem um resgate histórico da educação ambiental, destacando-a como um saber necessário às práticas pedagógicas. Por fim, apresentam algumas práticas de educação ambiental, relacionando-as à água, aos alimentos, aos transportes e à sustentabilidade, à energia elétrica e aos resíduos. No Capítulo 12, *Contabilidade Ambiental*, Carlos Eduardo Frickmann Young (GEMA-IE-UFRJ) e Gabriella Lantos (PPED/IE-UFRJ) apresentam a história da contabilidade ambiental, bem como discutem o Sistema de Contas Nacionais e a criação das Contas Satélites. O método de contabilização SICEA é apresentado e discutido, seguindo-se o debate acerca das práticas de contabilidade ambiental nos diversos países.

No Capítulo 13, *Mudança Institucional e Sustentabilidade no Setor de Petróleo e Gás*, Valéria da Vinha (PPED-IE-UFRJ) e Andrea Raccichini (PPED/IE-UFRJ) apresentam uma abordagem alternativa a respeito do referencial teórico para discutir o papel das organizações rumo ao desenvolvimento sustentável, bem como a Variedade de Capitalismo (VoC).

Segue-se o debate sobre o ambientalismo empresarial e a teoria da firma, chegando-se à discussão sobre o desenvolvimento sustentável.

No Capítulo 14, *Fontes Renováveis e Alternativas de Energia*, Luiz Augusto Horta Nogueira (IRN/UNIFEI) e Rafael Silva Capaz (IRN/UNIFEI) apresentam o panorama energético mundial e no Brasil e, a partir daí, destacam alguns conceitos e debates sobre fontes renováveis e alternativas. Assim, discutem as formas de energia geradas a partir do sol, da água, do vento e da biomassa, além de seus aspectos ambientais. No que se refere à biomassa, é feito um estudo sobre a bioenergia no Brasil, destacando-se as relações entre biocombustíveis e sustentabilidade.

Após a leitura desta obra, não apenas se espera, mas se acredita que os leitores terão sido apresentados às principais discussões que lidam com as temáticas energética e ambiental, seja de modo isolado, seja de modo integrado. De fato, os capítulos são assinados por referências nacionais e internacionais de cada um dos temas discutidos, o que não apenas torna a apresentação clara e interessante mas capacita os leitores a uma análise crítica e aprofundada.

Nosso principal objetivo com a obra não é apenas reunir grandes nomes em um manual que pretende lidar com as discussões essenciais de cada tema e, ao mesmo tempo, apresentar informações e dados decorrentes das áreas de pesquisa de cada autor. Na verdade, um dos nossos principais objetivos está em reforçar a cultura de se tratar temáticas ambientais e energéticas de maneira integrada, não como questões isoladas e autônomas, mas interdependentes e correlacionadas. Dessa maneira, a obra proporciona um diálogo estreito entre economia, energia e meio ambiente, apresentando suas diferentes interfaces e perspectivas teóricas com vistas a garantir aos leitores um conhecimento sólido e consistente.

Desejamos a todos uma boa leitura!

*Thauan Santos e Luan Santos*

- 
- i WRIGKEY, E. A. Energy and english industrial revolution. Cambridge University Press, 2010.
  - ii KISSINGER, H. World order. New York, NY: Penguin Press, 2014.
  - iii STERN, D. I.; KANDER, A. The Role of Energy in the Industrial Revolution and Modern Economic Growth. The Energy Journal, 2012, v. 33, n. 3, p. 127–154.
  - iv KOLODZIEJ, M.; KAUFMANN, R. K.; KULATILAKA, N.; BICCHETTI, D.; MAYSTRE, N. Crude oil: Commodity or financial asset? Energy Economics, v. 46, 2014, p. 216–223.
  - v SEN, A. Development as freedom. New York: Alfred A. Knopf, 1999.
  - vi MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. The limits to growth. New York: Signet, 1972.

## PARTE I

# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### CAPÍTULO 1

Desenvolvimento, Meio Ambiente e Energia:  
Principais Abordagens Econômicas e Suas Limitações

### CAPÍTULO 2

Economia do Meio Ambiente: Falhas de Mercado e  
Instrumentos de Política Ambiental

### CAPÍTULO 3

Valoração Ambiental

### CAPÍTULO 4

Economia da Energia



# Desenvolvimento, Meio Ambiente e Energia: Principais Abordagens Econômicas e Suas Limitações

Ronaldo Fiani

# 1

*Se você sabe, então sabe; se você não sabe, então não sabe. Nisso consiste o saber.*

(Confúcio, *Os Analectos*, capítulo 2)

## 1.1 INTRODUÇÃO

Qual a relação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia? Esta relação é um dos campos de estudo mais problemáticos em economia. Este capítulo trata, então, das diferentes respostas que as principais abordagens econômicas vêm dando à pergunta acerca da relação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia, para, de acordo com a epígrafe de Confúcio, separarmos aquilo que sabemos do que não sabemos com respeito a essa relação. Para isto, este capítulo se divide nas seguintes seções: a Seção 1.2 trata da abordagem desenvolvimentista do pós-guerra, a Seção 1.3 da abordagem do decrescimento e a Seção 1.4 da abordagem da economia do meio ambiente e da abordagem da economia ecológica. Uma breve conclusão encerra o capítulo.

## **A ABORDAGEM DESENVOLVIMENTISTA DO PÓS-GUERRA E A**

### **1.2 IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO DE CAPITAL**

O “problema do desenvolvimento” surge somente na segunda metade do século XX, logo após o fim da Segunda Guerra Mundial. Apesar de estudos com análises estatísticas sobre as diferenças econômicas entre países existirem desde os anos 1930, é somente a partir dos anos 1950 que a questão do desenvolvimento vai ganhar destaque e a economia do desenvolvimento vai se estabelecer como uma área de estudo especializada da teoria econômica.

A economia do desenvolvimento estuda os problemas econômicos que seriam peculiares de países não desenvolvidos (e, portanto, inexistentes nos países desenvolvidos), procurando compreender como esses problemas impedem que os países não desenvolvidos alcancem os mesmos níveis de bem-estar que os países ricos, tentando ao mesmo tempo propor soluções que ajudem a superar tais problemas. Mas por que a economia do desenvolvimento se estabeleceu como disciplina autônoma da teoria econômica após o final da Segunda Guerra? As razões para isso foram históricas. Naquele momento, verificava-se o surgimento de vários movimentos de independência nacionais na África e na Ásia. À medida que os movimentos nacionais foram tendo sucesso e dando origem a novas nações independentes, geralmente seus governos se viam diante de uma situação de pobreza e de desafios econômicos e sociais que exigiam soluções. Foi a partir das demandas das novas nações independentes por respostas a seus problemas econômicos e de pobreza que o campo da economia do desenvolvimento se constituiu.

Os anos 1950 e 1960 produziram, assim, uma vasta literatura sobre os problemas do desenvolvimento, muito diversificada nas soluções que propunha. Autores como William Arthur Lewis (1915-1991), Ragnar Nurkse (1907-1959), Albert Otto Hirschman (1915-2012) e Celso Furtado

(1920-2004), entre outros, contribuíram para a constituição da disciplina de desenvolvimento econômico, uma vertente que (não obstante suas diferenças quanto aos seus diagnósticos e suas recomendações) é chamada de *desenvolvimentismo*, e a seus autores de *desenvolvimentistas clássicos*. Isto porque havia um denominador comum nas soluções propostas, por mais que suas abordagens diferissem entre si: todos identificavam a necessidade de acelerar a *formação de capital* como meio de alcançar o desenvolvimento, ainda que diferissem na maneira pela qual a aceleração da formação de capital seria alcançada. A compreensão do papel da formação de capital no desenvolvimento para os desenvolvimentistas clássicos é fundamental para que se entenda a forma pela qual eles consideraram a relação entre desenvolvimento e energia, ao mesmo tempo em que desconsideravam a questão ambiental, o que será nosso próximo assunto.

### 1.2.1 A formação de capital como motor do desenvolvimento

Por **formação de capital** (ou **acumulação de capital**) entende-se o aumento no *estoque de capital produtivo* de uma economia. Este **estoque de capital produtivo** é constituído por tudo aquilo que não é diretamente trabalho humano aplicado à produção (máquinas, equipamentos, instalações, ferramentas, matérias-primas, energia etc.). Como a formação de capital era a ampliação do capital produtivo da economia, ela era o resultado do investimento produtivo de toda sociedade.

Os economistas desenvolvimentistas identificavam como o principal obstáculo para o desenvolvimento a reduzida formação de capital nos países pobres. Isto porque o uso intensivo de capital produtivo tem como efeito elevar a produtividade da economia, pois ele embute tecnologias mais modernas e eficientes do que aquelas intensivas em trabalho utilizadas nos países ainda em vias de desenvolvimento: um arado mecânico é mais eficiente do que um arado com junta de bois, um tear automático é mais eficiente do que um tear manual, por exemplo.

Na raiz do subdesenvolvimento, identificava-se, então, uma carência de capital.<sup>i</sup> O problema era acelerar a formação de capital nos países não desenvolvidos. Uma vez solucionado esse problema, o aumento de produtividade, que seria resultado da intensificação do uso de capital produtivo moderno na economia, permitiria o aumento da renda por habitante. Nas palavras de Celso Furtado: “À medida que cresce a produtividade (...) aumenta a renda real social, isto é, a quantidade de bens e serviços à disposição da população.”<sup>ii</sup> Assim, era o aumento da produtividade que permitia aumentar a oferta de bens e serviços na economia, de modo a superar os problemas gerados pela pobreza, pois o baixo nível de renda por habitante era apontado como o principal entrave à obtenção de melhorias nas condições de vida da população em países não desenvolvidos. Ao mesmo tempo, o aumento da produtividade permitiria o aumento dos lucros, possibilitando a aceleração do investimento e da formação de capital na economia.<sup>iii</sup>

Essa ênfase na formação de capital, contudo, será a principal responsável pelo tratamento superficial da questão energética e pela negligência dos problemas ambientais pelos desenvolvimentistas clássicos. Este será o assunto a seguir.

### **1.2.2 A questão da energia e a omissão do meio ambiente na abordagem desenvolvimentista**

A relação que os desenvolvimentistas clássicos estabeleciam entre desenvolvimento e energia era muito simples: a oferta de energia fazia parte dos serviços de infraestrutura necessários para promover o crescimento econômico, sem a qual a aceleração da formação de capital necessária à industrialização, ao aumento da produtividade e ao desenvolvimento não seria possível. Desse modo, a oferta de energia estava associada aos demais serviços de infraestrutura (transportes, saneamento, comunicações etc.)

como um pré-requisito do crescimento econômico, o qual forneceria a base para o processo de desenvolvimento das sociedades tidas como atrasadas. William Arthur Lewis escreveu que, embora problemas de infraestrutura não atrasassem projetos de investimento de larga escala, que incorporariam a construção da infraestrutura de que necessitavam, os inúmeros projetos de investimento em pequena escala que acontecem no sistema econômico podem ser desestimulados por falta de infraestrutura, e eles seriam tão ou mais importantes no agregado do que os investimentos em larga escala.<sup>iv</sup> A chave do crescimento e, com ele, do próprio desenvolvimento, encontrava-se na oferta de energia e infraestrutura.<sup>v</sup>

A expansão da oferta de energia, juntamente com os demais serviços de infraestrutura, elevaria a taxa de retorno dos investimentos privados, estimulando a formação de capital. A formação de capital elevaria a produtividade, o que aumentaria a renda por habitante, elevando os padrões de consumo das famílias e a receita fiscal do Estado, o qual teria cada vez mais recursos para investir nos serviços de infraestrutura, em um círculo virtuoso de crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, as condições de pobreza poderiam ser superadas.

Não havia uma consideração mais profunda das diferentes fontes de energia, exceto que a condição de oferta crescente de energia exigia a avaliação das fontes que fornecessem energia ao menor custo, o que dependia da dotação de recursos naturais e da tecnologia da sociedade em questão. Por outro lado, nessa primeira abordagem da relação entre energia e desenvolvimento, a questão ambiental se encontrava totalmente ausente. O meio ambiente era encarado como uma fonte de recursos naturais, a ser utilizada para o processo de transformação econômica e social.

A partir dos anos 1970, essa abordagem simples e direta da relação entre energia e desenvolvimento começou a ser progressivamente questionada. A crise do petróleo em 1973 obrigou tanto os países desenvolvidos como os não desenvolvidos a reverem suas políticas

energéticas. O aumento do preço do petróleo tornou inviável a política de ofertar energia de forma abundante e a baixo preço. Pelo contrário, a elevação real expressiva do preço do petróleo em 1973 (quando o preço do petróleo saltou de US\$ 3/barril para quase US\$ 12/barril) fez com que a retórica da energia barata fosse substituída pela retórica da eficiência energética.

Por outro lado, o fracasso internacional de várias experiências de políticas de desenvolvimento mostrou que a questão parecia ser bem mais complexa do que os textos acadêmicos e os planos de desenvolvimento consideravam. Com efeito, o esforço dos governos dos países menos ricos para diminuir a distância dos países mais ricos em termos de renda por habitante e de outros indicadores sociais (*catch up*) se mostrou muitas vezes frustrante: embora tenha sido registrada melhora em vários aspectos, na grande maioria dos casos essa distância aumentou ao invés de diminuir. Isso produziu críticas crescentes às políticas de desenvolvimento adotadas, especialmente no caso em que os governos dos países não desenvolvidos eram politicamente autoritários e centralizadores.

De forma ainda mais grave, as políticas de desenvolvimento adotadas nos anos 1950 e 1960 com frequência provocaram danos ambientais graves, juntamente com o esgotamento de recursos naturais e degradação de ecossistemas. Em geral, esses danos ambientais eram acompanhados de graves problemas sociais: expulsão de populações tradicionais com o abandono de suas formas de vida e costumes seculares, perda de valores e de sociabilidade, aumento da violência etc. Essas consequências negativas na dimensão ambiental e social usualmente resultavam de planos de industrialização acelerada e a qualquer custo, os quais exigiam a expansão das fontes de oferta de energia sem a consideração de seus impactos ambientais e sociais, o que colaborou para o crescimento vertiginoso das periferias nas grandes cidades dos países não desenvolvidos em condições sociais e ambientais degradadas, assim como a destruição de várias áreas

naturais e perda de biodiversidade. Não é de se surpreender que a partir dos anos 1970 tenha se desenvolvido uma abordagem que simplesmente negava qualquer valor ao conceito de desenvolvimento: a abordagem do *decrescimento*. Este será o próximo assunto.

### **1.3 O DESENVOLVIMENTO NEGADO EM NOME DO MEIO AMBIENTE: A ABORDAGEM DO DECRESCIMENTO**

A abordagem do decrescimento vem ganhando popularidade no mundo e no Brasil, como atesta a publicação de alguns trabalhos recentes que adotam esta perspectiva.<sup>vi</sup> Contudo, não é simples resumir a abordagem do decrescimento sinteticamente, pois o decrescimento não é uma corrente acadêmica, como o desenvolvimentismo clássico aqui visto ou como as abordagens que ainda serão discutidas neste capítulo. Com efeito, o decrescimento é simultaneamente “uma bandeira associada a movimentos sociais e ambientalistas, e um conceito emergente em círculos acadêmicos e intelectuais”, sendo que ambos são “interdependentes e se afetam mutuamente”.<sup>vii</sup> Assim, a abordagem do decrescimento é um movimento tanto político como acadêmico, o que lhe dá uma heterogeneidade significativa em suas propostas. Mas há alguns pontos gerais, particularmente importantes no que toca à questão da relação entre desenvolvimento, ambiente e energia, e será nesses pontos gerais que esta seção irá se concentrar.

Embora a ideia geral de decrescimento possa ser localizada na França ainda nos anos 1930,<sup>viii</sup> sem dúvida o autor que deu impulso à ideia foi o economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), que explicitamente definiu o estado “declinante” da economia como o mais adequado para lidar com o esgotamento de recursos naturais e a poluição que a sociedade de produção e consumo de massa gera ao utilizar

quantidades crescentes de energia que se dissipam no ambiente e não podem ser reutilizadas, de acordo com a segunda lei da termodinâmica.<sup>ix</sup> Como explica um dos autores da abordagem do decrescimento, o projeto desta abordagem “é formado, por um lado, pela tomada de consciência acerca da crise ecológica; e, por outro lado, pela crítica à técnica e ao desenvolvimento”.<sup>x</sup> A abordagem do decrescimento leva essas considerações às últimas consequências e propõe uma radical mudança na civilização ocidental, com o abandono da produção industrial em larga escala e do consumismo, valorizando-se mais o convívio social e práticas tradicionais e integradas com a natureza.<sup>xi</sup>

Desse ponto de vista, os próprios conceitos de “desenvolvimento” e “pobreza” precisariam ser totalmente revistos. Argumenta-se, na abordagem do decrescimento, que o conceito de desenvolvimento nada mais foi do que um artifício retórico criado pelo governo norte-americano após o fim da Segunda Guerra para impor seu modelo econômico ao resto do mundo, tachado pejorativamente de “subdesenvolvido”.<sup>xii</sup> Da mesma forma, teria sido construído ideologicamente o conceito de “pobreza global” a partir da perspectiva da sociedade ocidental industrializada, que uniformiza a visão da pobreza como carência material, mas que fracassa em tentar solucionar esta pobreza uma vez que, contraditoriamente, esta mesma sociedade está permanentemente gerando novas carências como forma de sustentar e ampliar o consumismo.<sup>xiii</sup> Tudo isso leva ao esgotamento de recursos naturais, devastação de ecossistemas, agravamento da pobreza e de condições de vida degradantes, vulnerabilidade social, perda de referências sociais e de identidade. As tentativas de integrar desenvolvimento e preservação ambiental nas diferentes fórmulas de desenvolvimento sustentável apenas agravaram os problemas. Em primeiro lugar, adiam soluções drásticas e imprescindíveis, criando falsas esperanças.<sup>xiv</sup>

Em segundo lugar, podem dar origem ao **efeito bumerangue** ou **efeito rebote**: o aumento da eficiência energética gera uma poupança, a qual

acaba sendo utilizada para o consumo de outros bens, o que termina por frequentemente aumentar o consumo total de energia.<sup>xv</sup> A solução não seria, portanto, buscar fontes de energia de menor impacto ambiental: a solução seria uma *nova civilização*, com a valorização das diferenças culturais entre as sociedades e de novas formas de vida.

A crítica à degradação ambiental, ao consumismo, à precarização das relações de trabalho e da própria vida social, com a degradação da vida de parcelas significativas da população em grandes aglomerados urbanos por parte da abordagem do decrescimento, é, sem dúvida alguma, pertinente e correta. A questão são as propostas desta abordagem, que envolvem problemas graves.

Um primeiro problema diz respeito a como produzir mudanças propostas pelo decrescimento nas formas de vida das pessoas. Não se deve ter a esperança de que indivíduos conscientes e bem-intencionados produzam a mudança necessária: há trabalhos na própria vertente do decrescimento que reconhecem o impacto insignificante que decisões individuais provocam nos padrões de consumo das sociedades.<sup>xvi</sup> Não surpreende que um dos principais exemplos de mudança citados seja a introdução de agricultura ecológica intensiva em trabalho em Cuba após o colapso de seu principal aliado, a União Soviética; neste caso, a mudança desejada foi produzida por uma sociedade autoritária, que é citada com constrangimento.<sup>xvii</sup> Mas se as mudanças almejadas não podem ser alcançadas por iniciativas individuais nem devem ser obtidas por meio de governos autoritários, como transformar a “sociedade do crescimento” na “sociedade do decrescimento”?

Há um segundo problema: as propostas do decrescimento não criticam as relações econômicas e sociais que caracterizam a economia global. A crítica do decrescimento se dirige apenas às *consequências* dessas relações: degradação ambiental, consumo de massa, individualismo, privação e condições de vida humilhantes. Alguns autores marxistas perceberam

claramente a contradição da crítica do decrescimento à subordinação das relações sociais às relações econômicas, sem questionar o próprio sistema social que dá origem a esta subordinação: como é possível à vertente do decrescimento rejeitar o crescimento econômico e o consumo de massa, que são os dois pilares da acumulação de capital, sem rejeitar o próprio capitalismo?<sup>xviii</sup>

Por último, a proposta do decrescimento é contraditória com relação às desigualdades entre os países: enquanto Georgescu-Roegen propõe que os recursos produtivos liberados pela cessação completa da produção de armamentos nos países desenvolvidos sejam em parte utilizados para ajudar os países em desenvolvimento “a chegar o mais depressa possível a uma vida boa (não luxuosa)”,<sup>xix</sup> Serge Latouche escreveu no *Le Monde Diplomatique*, em 2011, que a *mesma* política de decrescimento deve ser aplicada tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (o Norte e o Sul, na terminologia que emprega): “Sem dúvida nenhuma, para colocar em prática essas políticas de ‘decrescimento’, é preciso, de início, no Sul como no Norte, uma verdadeira cura de desintoxicação coletiva”.<sup>xx</sup>

Ocorre que é importante considerar a desigualdade na distribuição de renda, não apenas entre países, mas no interior deles, desigualdade esta que é omitida em indicadores gerais, tais como a renda por habitante ou o produto interno bruto por habitante. A desigualdade na distribuição de renda afeta o consumo de energia de duas formas. Em primeiro lugar, o consumo de energia dos mais pobres é significativamente *menor* do que o dos mais ricos, tanto quando se compara as populações pobres dos países em desenvolvimento com as populações dos países desenvolvidos, como quando se compara as populações pobres em zonas rurais com as populações urbanas no interior dos próprios países em desenvolvimento.<sup>xxi</sup> Em segundo lugar, *o tipo de energia consumida* também tende a ser diferente, de acordo com o nível de renda do grupo social.<sup>xxii</sup> Por exemplo,

enquanto populações de renda mais elevada tendem a consumir mais energia elétrica de combustíveis derivados de petróleo, populações pobres em zonas rurais tendem a consumir mais energia de lenha. Isso abre espaço para redistribuições no consumo de energia entre países e entre grupos sociais de um mesmo país. Mas a questão da desigualdade não é tratada de forma aprofundada pela abordagem do decrescimento.

Somando os dois últimos problemas — a ausência de crítica das relações econômicas e sociais capitalistas, e a desconsideração das desigualdades que estas relações embutem internacionalmente e no interior das sociedades nacionais —, há um risco grave na eventual aplicação prática das propostas de decrescimento, que é o risco de uma *apropriação conservadora do decrescimento*. Ela envolveria promover a redução da produção e do consumo nos países em desenvolvimento *sob as estruturas sociais vigentes, não obstante a elevada concentração de renda que caracteriza tanto estes países internamente como entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento*. Isso significaria possivelmente que os pobres que se encontram nas periferias dos grandes centros dos países em desenvolvimento seriam condenados a manter seu consumo e seu bem-estar nos baixos níveis atuais, ou mesmo a reduzir esses níveis. Se esta receita for aplicada globalmente, talvez se evite o esgotamento de recursos naturais e a devastação de ecossistemas, mas à custa do agravamento da pobreza e de condições de vida degradantes, assim como do aumento da vulnerabilidade social, da perda de referências sociais e de identidade que o decrescimento critica.

Não obstante seus problemas e seus riscos, a abordagem do decrescimento possui a virtude de relacionar desenvolvimento, meio ambiente e energia enfocando as formas de vida, isto é, os valores sociais, os padrões de consumo, as características culturais e sociais. Este ponto será retomado no final deste capítulo. Agora é preciso tratar a abordagem do

meio ambiente como uma questão de avaliação por mercados (reais ou fictícios): a abordagem da economia do meio ambiente.

#### **1.4 A ABORDAGEM ORTODOXA DA ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE E CRÍTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA**

A *teoria econômica clássica* — como se convencionou chamar a produção teórica em economia entre os séculos XVIII e final do XIX na Europa, e que teve início em 1776 com a publicação de *A riqueza das nações*, de Adam Smith (1723-1790) — tinha consciência das relações entre o sistema econômico e o meio ambiente, como demonstram especialmente as análises de David Ricardo (1772-1823), Thomas Robert Malthus (1766-1834) e Karl Marx (1818-1883). Com efeito, enquanto David Ricardo desenvolveu toda sua análise a partir da preocupação com o fato de que terras férteis necessárias para a alimentação humana existem em quantidade limitada, podendo ser um obstáculo importante ao desenvolvimento, Thomas R. Malthus é o autor da famosa proposição de que a população cresce geometricamente, enquanto a capacidade de produção e alimentos cresce em progressão aritmética, o que implicaria o risco crescente de fome. Já Karl Marx apontou em vários escritos a importância do meio ambiente para a sobrevivência humana, tendo se preocupado especialmente com a devastação e contaminação dos solos provocados pela expansão do sistema capitalista.<sup>xxiii</sup>

A partir de 1870, contudo, a teoria econômica tomou outro rumo, com os trabalhos do inglês William Stanley Jevons (1835-1882), do francês Marie-Esprit-Léon Walras (1834-1910) e do austríaco Carl Menger (1840-1921), todos economistas. A mudança de rumo foi suficientemente grande para dar um novo nome à escola de pensamento econômico estabelecida por estes economistas: ela foi chamada de *teoria econômica neoclássica* (em oposição à escola clássica de Adam Smith, David Ricardo, Thomas Robert

Malthus e Karl Marx). A teoria econômica neoclássica é a base teórica para a *economia do meio ambiente*, que estudaremos agora.

### 1.4.1 O problema central da economia do meio ambiente: a alocação de recursos

A economia do meio ambiente estende a base teórica neoclássica para questões ambientais (e de desenvolvimento).<sup>xxiv</sup> Papel central na teoria econômica neoclássica é atribuído aos preços de mercado como determinantes da alocação de recursos na economia. Por **alocação de recursos** entende-se a aplicação dos recursos produtivos de uma sociedade (trabalho e capital) na produção de bens e serviços. Os economistas neoclássicos (incluindo seus seguidores modernos da economia do meio ambiente) acreditam que os preços de mercado alocam os recursos produtivos da economia de forma *eficiente*. Mas o que significa alocar os recursos de forma eficiente?

Para ilustrar de forma muito simples o que é uma alocação eficiente e como os preços de mercado produziram esse tipo de alocação, considere uma economia hipotética, em que existe um dilema: ou se constrói uma barragem hidrelétrica para a produção de eletricidade, ou se preserva o curso do rio para a pesca por pescadores próximos à barragem: trata-se de um exemplo puramente expositivo, sem pretensões de descrever realisticamente esse tipo de dilema.

Vamos supor que há produção excessiva de peixe e uma produção insuficiente de energia elétrica. O excesso de produção de peixe em relação às necessidades da economia faria com que o preço do peixe fosse reduzido, pois a oferta seria muito maior do que a demanda. Com o reduzido preço do peixe, os salários e os lucros seriam baixos nesta atividade. Conseqüentemente, trabalhadores procurariam outros empregos com salários melhores e empresas deixariam de investir no setor, passando a

investir seus recursos em outros setores que oferecessem maior lucratividade.

Já o setor de geração de eletricidade atrairia trabalhadores e capitais (tanto na construção, operação e manutenção da barragem) oriundos da produção de peixe: sendo a oferta pequena frente à demanda, o preço da energia elétrica seria elevado, gerando ganhos acima da média para as empresas e os trabalhadores do setor, o que atrairia os trabalhadores e os capitais mal remunerados na produção de peixe.

Supondo que quanto maior o tamanho da barragem, menor a quantidade de peixes disponível, o resultado ótimo seria o de que a produção de peixe diminuiria e a de eletricidade aumentaria (pelo aumento do tamanho da barragem), provocando, assim, a redução do preço da eletricidade e o aumento no preço do peixe, até que o preço que as pessoas estivessem dispostas a pagar fosse exatamente igual para cobrir os custos e dar uma taxa normal de lucro idêntica em *ambos* os setores. Essa seria uma situação eficiente: uma aplicação de recursos na produção de eletricidade e peixe tal que cada setor obtém apenas o suficiente para cobrir seus custos e obter uma taxa de lucro normal.

Neste caso, as pessoas estarão pagando pelos bens (peixe e energia) exatamente o que custa para a sociedade produzi-los (incluindo nesse custo uma taxa normal de lucro para compensar os proprietários do capital), nem mais nem menos: a alocação de recursos (isto é, a distribuição de trabalho e capital entre a produção de peixe e de eletricidade) é eficiente. Mais especificamente, esta seria uma situação **Pareto-eficiente** (ou uma situação em que foi alcançada a **eficiência de Pareto**), nome dado em homenagem ao economista e sociólogo italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), que formulou o conceito. Há uma situação Pareto-eficiente quando é impossível melhorar a situação de alguém sem piorar a de outra pessoa.

A situação em que há excesso de oferta de peixe e insuficiência de oferta de eletricidade não é Pareto-eficiente: à medida que trabalhadores e

capitais migram da produção de peixe para a produção de energia elétrica (e seus serviços associados), eles obtêm salários e lucros maiores do que obtinham antes, apesar de a expansão na oferta de eletricidade começar a reduzir seu preço. Ao mesmo tempo, os trabalhadores e capitais que permanecem na produção de peixe veem suas remunerações aumentarem, pois a redução na oferta de peixe começa a fazer os preços se elevarem.

Também os consumidores melhoram sua situação à medida que os recursos produtivos migram da produção de peixe para a produção de eletricidade, pois aumenta a quantidade ofertada de energia (que eles demandam tanto a ponto de pagar mais do que o suficiente para cobrir o custo de produção com uma taxa de lucro normal) e diminui a oferta de peixe (que eles demandam pouco, o que reduz o preço abaixo do seu custo, incluindo uma taxa de lucro normal). Somente quando oferta e demanda se equilibrarem nos dois setores estaremos em uma situação Pareto-eficiente, pois aí será impossível melhorar alguém sem piorar outro alguém.<sup>xxv</sup>

Com isso, temos um primeiro critério muito simples para avaliar projetos de desenvolvimento ligados à energia e ao meio ambiente: se para algum bem ou serviço a diferença entre o preço de demanda e o custo de produzir mais uma unidade for positiva, trata-se de um bem ou serviço em que uma maior alocação de recursos reduzirá a ineficiência. Este é o princípio fundamental aplicado pela economia do meio ambiente, que é a extensão da economia neoclássica às questões ambientais.<sup>xxvi</sup> De forma mais precisa, supondo que os preços que os consumidores estão dispostos a pagar *efetivamente* refletem todos os benefícios que o bem ou serviço proporciona a eles, e definindo **benefícios líquidos** como a *diferença* entre o preço que os consumidores estão dispostos a pagar pela oferta de mais uma unidade do bem ou serviço e o custo de oferecer esta unidade, os benefícios líquidos totais serão maximizados quando a quantidade ofertada e demandada do bem ou serviço em questão for tal que o benefício líquido proporcionado pela última unidade ofertada for zero (isto é, quando o

benefício proporcionado pela última unidade for igual ao seu custo), sem esquecer que esse custo inclui uma taxa de lucro normal.

É possível perceber que é exatamente isso o que acontece quando se alcança a alocação eficiente no exemplo da produção de peixe e de eletricidade: cada um dos bens estará obtendo um preço marginal (pela última unidade vendida) exatamente igual ao seu custo de produção, incluindo aqui uma taxa de lucro normal. Se definirmos **custo de oportunidade** como a melhor alternativa de aplicação dos recursos produtivos investidos em uma produção específica, temos que, antes de ser alcançada a eficiência alocativa, o trabalho e o capital na produção de peixe não estavam sendo remunerados pelo seu custo de oportunidade, pois a segunda melhor alternativa de aplicação desses recursos (a barragem hidrelétrica e os serviços associados a ela) remunerava melhor do que a pesca artesanal. Ao ser alcançada a eficiência alocativa, cada recurso (trabalho e capital) passou a receber a mesma remuneração em qualquer uma das duas atividades, e assim passaram a ser remunerados apenas pelo seu custo de oportunidade.

Contudo, o problema da pesca no rio *versus* a construção da barragem é mais complexo do que a forma estática que apresentamos. Mudanças no meio ambiente se prolongam por anos a fio: a construção da barragem afetará a produção de peixe pelas gerações que se seguirão. Isso significa que é necessário calcular os benefícios líquidos da alternativa de construir a barragem para os anos que virão, e não apenas para um momento no tempo. Isso é feito somando-se os benefícios líquidos proporcionados pela barragem hidrelétrica a cada ano, trazidos a valor presente com uma taxa de desconto adequada. Assim, supondo uma vida útil da barragem de  $n$  anos, se chamarmos o benefício líquido em um dado ano  $t$  de  $BL_t$ , a soma do valor presente dos benefícios líquidos de  $VPBL_t$  e a taxa de desconto de  $r$ , teremos que o valor a ser calculado para a barragem será definido pela Equação (1.1):

$$VPBL_t = \sum_{t=1}^n \frac{BL_t}{(1+r)^t} \quad (1.1)$$

Dessa forma, uma alocação de trabalho e capital na construção da barragem será eficiente se ela maximizar  $VPBL_t$ , consideradas todas as possibilidades alternativas de aplicação desses recursos (que, no caso do nosso exemplo, supusemos para simplificar que se restringiam a manter o curso do rio para produzir peixe). É fácil perceber que, dada a definição de benefício líquido, o  $VPBL_t$  da barragem hidrelétrica supera o  $VPBL_t$  da pesca no rio, no exemplo hipotético apresentado.

Obviamente, o que acabou de ser apresentado é um resumo extremamente conciso da forma pela qual a economia do meio ambiente analisa a interação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia. Mas já permite antecipar algumas das principais dificuldades desta abordagem, que serão tratadas em seguida.

## 1.4.2 Críticas e dificuldades da economia do meio ambiente

A fragilidade do cálculo custo-benefício que serve de base para a Equação (1.1) é possivelmente a maior vulnerabilidade da economia do meio ambiente: praticamente todos os elementos da Equação (1.1) são de cálculo bastante problemático. Considere-se, primeiramente, a questão dos benefícios. Esses benefícios são calculados a partir dos preços que as pessoas estão dispostas a pagar pelos serviços ou produtos envolvidos. No nosso exemplo, isso implica supor que os preços do peixe e da energia elétrica expressam exatamente os benefícios que os consumidores obtêm deles, mas nem sempre é assim.

Em primeiro lugar, pode haver o que se chama **externalidades** afetando os preços. Há uma externalidade quando a ação de um agente econômico produz efeitos em termos de custos ou benefícios sobre outros agentes, sem que isso seja objeto de compensação monetária. Por exemplo,

pode ser que a construção da barragem inunde uma região de matas, exterminando insetos importantes para a polinização das culturas ao redor. Neste caso, teríamos uma externalidade em que a barragem está gerando um custo na forma de perda de produção dos cultivos locais, sem que ela pague compensação por isto. Quando a externalidade envolve um custo sem compensação, diz-se haver uma **externalidade negativa**. Também pode acontecer que a construção da barragem regularize o fluxo do rio, evitando enchentes rio abaixo. Neste caso, a barragem estaria produzindo um benefício sem ser compensada por isto, ou seja, haveria uma **externalidade positiva**.

O custo gerado para os agricultores não seria incorporado ao custo da energia, nem o benefício às populações antes afetadas pelas enchentes resultaria em uma disposição a pagar um preço mais elevado pela eletricidade gerada pela barragem. Dessa forma, o custo e o preço da energia elétrica tenderiam a apresentar desvios em relação ao que seria um indicador verdadeiro para a avaliação do benefício líquido. Mesmo que se recorra a especialistas para corrigir tais desvios, a complexidade das relações ambientais pode levar a avaliações parciais e, portanto, distorcidas.

O problema se torna ainda mais grave quando se trata de mensurar o valor que as pessoas atribuem à preservação de ambientes naturais. Dado que a barragem inundaria matas da região, seria necessário comparar o benefício líquido da preservação dessas matas com o benefício líquido da construção da barragem. Mas como avaliar o benefício da preservação de uma mata natural, uma vez que não há um mercado para matas naturais, assim como há mercados de eletricidade e de peixes? Um método a que a economia do meio ambiente usualmente recorre para solucionar esse problema é o *método de avaliação contingente*, que envolve entrevistar as pessoas e perguntar o quanto elas estariam dispostas a pagar para que a mata seja preservada, *como se houvesse um mercado para isto*. O valor assim obtido seria o “preço” da demanda pela preservação da mata, a ser

comparado com o custo (entendido como custo de oportunidade — os ganhos que poderiam ser obtidos se a mata fosse inundada) para a obtenção do benefício líquido.

Desnecessário dizer que o método de avaliação contingente está sujeito a um grande número de distorções, que podem ser resumidas no simples fato de que as pessoas não dispõem de informações adequadas para estabelecer um preço que corresponda ao benefício que efetivamente obtém da preservação de uma mata, um rio, um lençol de água subterrâneo etc. Na verdade, por mais que se apliquem técnicas para reduzir tendenciosidade nas respostas quanto ao preço que as pessoas estariam dispostas a pagar, elas tendem a ser arbitrárias: já foi observado, por exemplo, que nas pesquisas porta a porta, a aparência física do entrevistador influencia o “preço” que as pessoas estariam dispostas a pagar.<sup>xxvii</sup>

Os problemas não terminam na definição dos benefícios e dos custos. Há ainda a *incerteza* com relação aos benefícios e aos custos futuros dos empreendimentos, especialmente quando há impactos ambientais. Uma solução é ponderar cada benefício líquido em determinado período  $t$  ( $BL_t$ ) pela sua probabilidade de ocorrência. O problema se torna, então, estabelecer com precisão essas probabilidades, o que é muito difícil.

Por último, a *taxa de retorno*, a qual afeta decisivamente a soma do valor presente dos benefícios líquidos e não possui um valor definido tecnicamente de modo incontestável. Ainda que se empregue como base da taxa de desconto a taxa de juros de longo prazo de títulos do governo (um procedimento válido nos países desenvolvidos em que o risco de *default* do governo é muito baixo, mas discutível nos países em desenvolvimento em que este risco não é tão baixo), ajustes têm de ser feitos nessa taxa de desconto para o risco do empreendimento que está sendo considerado, o que é feito de modo arbitrário pelo pesquisador.

Ante o exposto, não é de se admirar que já se tenha encontrado uma diferença de 20 % entre os valores de benefícios líquidos obtidos antes e

depois de os projetos terem sido executados.<sup>xxviii</sup> Isso reforça a crítica apresentada pela dissidência da economia do meio ambiente, conhecida como economia ecológica, a qual foi fundada, entre outros, também pelos trabalhos de Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), a qual considera a economia um subsistema aberto, trocando matéria, energia e rejeitos com o sistema ecológico e social.<sup>xxix</sup> A economia ecológica assume uma abordagem transdisciplinar e não exclusivamente econômica, como a economia do meio ambiente (embora também lance mão de conceitos e análises neoclássicas quando acredita ser conveniente), e se recusa a expressar todos os valores envolvidos com o ambiente em termos unicamente monetários, privilegiando uma avaliação multidimensional.<sup>xxx</sup>

Mas a oposição mais importante entre a economia do meio ambiente e a economia ecológica é a questão da sustentabilidade. Tomando como ponto de partida a definição do relatório Bruntland<sup>xxxi</sup> de **sustentabilidade** como a capacidade de atender as necessidades presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras, teóricos da economia do meio ambiente argumentaram que este princípio de *equidade entre gerações* ou *intergeracional* poderia ser garantido desde que o estoque de capital — ou seja, a soma de recursos naturais com o capital produtivo fabricado pelo homem — se mantivesse inalterado. Para tanto, argumentavam estes economistas, bastaria investir os ganhos da exploração de recursos naturais não renováveis no aumento da produção de capital fabricado, substituindo o primeiro pelo segundo. A hipótese de que seria possível substituir recursos naturais não renováveis por capital fabricado ficou conhecida como hipótese da **sustentabilidade fraca**.

Já os economistas da abordagem da economia ecológica sustentam a hipótese de **sustentabilidade forte**: recursos naturais não renováveis seriam complementares com o capital fabricado, e não substitutos. Assim, não seria possível substituir um por outro. A consequência óbvia desta oposição é que os economistas do meio ambiente enfatizam menos os limites da

exploração de recursos naturais não renováveis do que os economistas ecológicos. Contudo, a oposição entre a economia do meio ambiente e a economia ecológica não deve ser exagerada: ambas frequentemente utilizam o mesmo ferramental neoclássico.

## 1.5 CONCLUSÕES

Que conclusões são possíveis extrair da relação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia nas principais abordagens que tratam desses temas? Retomando Confúcio, que está na epígrafe deste capítulo, nem sempre se distingue entre o que se sabe e o que não se sabe, e o que não se sabe pode ser importante. O desenvolvimentismo clássico não considerava o meio ambiente, e assim estimulou políticas desenvolvimentistas com impactos ambientais e sociais muito negativos. Já a abordagem do decrescimento, além de ignorar como implementar suas propostas, também ignora a desigualdade que existe entre países e entre grupos sociais no interior deles, desigualdade que afeta radicalmente não apenas o padrão de consumo, como também o tipo de energia consumida, o que pode gerar resultados absolutamente perversos e regressivos, se um dia sua proposta de decrescimento for efetivamente implementada.

Já a economia do meio ambiente pretende submeter o ambiente e a produção de energia à avaliação dos mercados, reais ou supostos pelos pesquisadores. Isso pressupõe um conhecimento das relações ambientais por parte das pessoas que extrapola claramente os limites do cálculo humano, limites estes que já foram reconhecidos por correntes na própria teoria econômica que empregam o conceito de *racionalidade limitada*, entendido como o fato de que temos limitações na nossa capacidade de acumular, processar e transmitir informações. A questão do desenvolvimento, por outro lado, é vista como expansão dos mercados, assim como a questão energética.

A economia ecológica é mais prudente, ao perceber o sistema econômico como inserido no meio ambiente, e não vice-versa. Mas no que diz respeito ao desenvolvimento, muitas vezes ela se aproxima do niilismo da abordagem do decrescimento.

Qual a saída, então? Obviamente não é possível resolver este nó górdio em um espaço pequeno como este. Mas duas indicações podem ser apresentadas para reflexão. A primeira delas é a de que abandonar o conceito de desenvolvimento não é uma atitude correta. Se é verdade que o conceito foi muitas vezes imposto pelos países desenvolvidos, negando-se a possibilidade de os países mais pobres encontrarem seu próprio caminho, por outro lado, negar o conceito significa mais uma vez impedir esses países de encontrarem seus caminhos. Dito de outra forma, o conceito de desenvolvimento não é técnico, mas sim *político*: ele incorpora a noção de *mudanças desejadas pela sociedade em questão*. Rejeitando-se o conceito de desenvolvimento, rejeita-se a possibilidade de se estudar mecanismos pelos quais uma sociedade pode decidir e pactuar o desenvolvimento que deseja e, quem sabe, até escolher o caminho do decrescimento.

A segunda é a de que as formas de vida em uma sociedade determinam seu consumo energético. Assim, a discussão do desenvolvimento não pode evitar a discussão e o questionamento acerca de como as pessoas vivem as suas vidas. Isso exige (re)considerar valores culturais, estrutura urbana, níveis de renda, padrões de consumo, estrutura de representação etc. Ou seja, *a relação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia é definida pela totalidade da vida social, e não apenas pela economia, sendo muito mais complexa do que usualmente se supõe*. Ainda há muito que não sabemos sobre a relação entre desenvolvimento, meio ambiente e energia, e que não sabemos que não sabemos.

## **PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS**

---

- **Alocação de recursos:** é a aplicação dos recursos produtivos de uma sociedade (trabalho e capital) na produção de bens e serviços.
- **Benefícios líquidos:** a *diferença* entre o preço que os consumidores estão dispostos a pagar pela oferta de mais uma unidade do bem ou serviço e o custo de oferecer esta unidade.
- **Custo de oportunidade:** a melhor alternativa de aplicação dos recursos produtivos investidos em uma produção específica.
- **Efeito bumerangue ou efeito rebote:** o fato de que o aumento da eficiência energética gera uma poupança, a qual acaba sendo utilizada para o consumo de outros bens, o que termina por frequentemente aumentar o consumo total de energia.
- **Externalidade:** quando a ação de um agente econômico produz efeitos em termos de custos ou benefícios sobre outros agentes, sem que isto seja objeto de compensação monetária. **Externalidade negativa:** quando a ação de um agente gera um custo para outro, sem que haja compensação. **Externalidade positiva:** quando a ação de um agente gera um benefício para outro, sem que haja compensação.
- **Formação de capital (ou acumulação de capital):** aumento no *estoque de capital produtivo* de uma economia.
- **Situação Pareto-eficiente** (ou uma situação em que foi alcançada a **eficiência de Pareto**): quando é impossível melhorar o bem-estar de alguém sem piorar o de outra pessoa.
- **Sustentabilidade:** Pela definição pioneira do Relatório Brundtland, sustentabilidade é a capacidade de atender as necessidades presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras. **Sustentabilidade fraca:** quando é possível substituir recursos naturais não renováveis por capital fabricado. **Sustentabilidade forte:** quando recursos naturais não renováveis e capital fabricado são complementares e não substitutos.

## QUESTÕES

- 1.1 Discuta o que é formação de capital, e por que ela teve importância central para os desenvolvimentistas clássicos.
- 1.2 Explique por que os desenvolvimentistas clássicos ignoraram a questão ambiental.
- 1.3 Discuta os aspectos centrais da abordagem do decrescimento.
- 1.4 Apresente os elementos do cálculo do benefício líquido para a economia do meio ambiente.
- 1.5 Distinga sustentabilidade forte e fraca.

## LEITURA COMPLEMENTAR

Sugere-se ao leitor a consulta às referências indicadas em notas ao longo do capítulo.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i FURTADO, C. Formação de capital e desenvolvimento econômico. *Revista Brasileira de Economia*, v. 6, n. 3, set. 1952. Reeditado em AGARWALA, A. N.; SINGH, S. P. (Org.). *A economia do subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2. ed., 2010, p. 336.
- ii *Ibid*, p. 337.
- iii Esse é um dos pontos mal compreendidos nas críticas posteriores ao pensamento desenvolvimentista do Pós-Guerra. Afirmou-se, mais tarde, que os economistas que defendiam o desenvolvimento nos anos 1950-1960 associavam desenvolvimento a crescimento econômico. Essa crítica foi repetida quase à exaustão pelos economistas que defendiam indicadores amplos de desenvolvimento, como o *índice de desenvolvimento humano* (em oposição à utilização de indicadores mais estritos de desenvolvimento, como o índice de crescimento do PIB por habitante). O índice de desenvolvimento humano, ao incorporar o crescimento do produto, uma variável sobre

educação e sobre expectativa de vida, representaria um antídoto à visão estreitamente econômica do desenvolvimento. Na verdade, uma consideração mais atenta da literatura pioneira sobre desenvolvimento nas três décadas posteriores ao fim da Segunda Guerra mostra que havia clareza de que o processo de desenvolvimento seria muito mais complexo do que o mero crescimento econômico, e que este crescimento teria o papel puramente instrumental de possibilitar a ampliação da liberdade humana associada ao processo de desenvolvimento. Assim, a crítica de que os pioneiros das teorias de desenvolvimento tratariam de forma simplista e estreita desenvolvimento como idêntico ao crescimento seria injusta. A este respeito, ver: SRINIVASAN, T. N. Human development: a new paradigm or reinvention of the wheel? *American Economic Review*, v. 84, n. 2, 1994, p. 238-243.

- iv LEWIS, W. A. *Development planning*. London: Routledge, 1966, p. 88.
- v Isso não significa que a expansão da infraestrutura fosse tarefa simples para os desenvolvimentistas clássicos. Havia desequilíbrios entre a expansão da oferta e da demanda de serviços de infraestrutura, dificuldades para avaliar os projetos, distorções nos preços etc.
- vi Para uma obra de popularização superficial das ideias do decrescimento, consulte RESENDE, A. L. *Os limites do possível: a economia além da conjuntura*. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2013. Para uma visão mais rigorosa e aprofundada, ver LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do (Org.). *Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade*. Rio de Janeiro: Editora Garamond Ltda., 2012. Uma síntese bem abrangente da visão típica do decrescimento pode ser encontrada em SACHS, W. (Ed.). *Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- vii MARTÍNEZ-ALIER, J.; PASCUAL, U.; VIVIEN, F-D.; ZACCAI, E. Sustainable de-growth: mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecological Economics*, v. 69, n. 9, 2010, p. 1741-1747.

- viii Idem.
- ix GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and economic myths. *Southern Economic Journal*, v. 41, n. 3, 1975, p. 347-381.
- x LATOUCHE, S. O decrescimento. Por que e como? In: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do (Org.). *Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.
- xi Ver, por exemplo: SACHS, W. Introdução; ILLICH, I. Necessidades. In: SACHS, W. (Ed.). *Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- xii ESTEVA, G. Desenvolvimento. In: SACHS, W. (Ed.). *Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- xiii RAHNEMA, M. Pobreza. In: SACHS, W. (Ed.). *Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- xiv SACHS, W. Meio ambiente. In: SACHS, W. (Ed.). *Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- xv VEIGA, J. E. da; ISSBERNER, L-R. Decrescer crescendo. In: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do (Org.). *Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 116.
- xvi LOREK, S.; FUCHS, D. Strong sustainable consumption governance – precondition for a degrowth path? *Journal of Cleaner Production*, v. 38, 2013, p. 36-43.
- xvii BOROWY, I. Degrowth and public health in Cuba: lessons from the past? *Journal of Cleaner Production*, v. 38, 2013, p. 17-26.
- xviii FOSTER, J. B. Capitalism and degrowth – an impossibility theorem. *Monthly Review*, v. 62, n. 8, 2011, p. 26-33.
- xix *Op. cit.*, p. 378.
- xx LATOUCHE, S. O Sul e o ordinário etnocentrismo do desenvolvimento. *Le Monde Diplomatique Brasil*, nov. 2004.

Disponível em: <http://187.95.195.112/acervo.php?id=1049>. Acesso em: 6 abr. 2014.

- xxi SAGAR, A. D. Alleviating energy poverty for the world's poor. *Energy policy*, v. 33, n. 11, 2005, p. 1367-1372.
- xxii GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Energy, environment, development*. London: Earthscan, 2010.
- xxiii Até recentemente, a opinião geral era a de que Karl Marx não teria se preocupado com a relação entre ambiente e economia. Contudo, uma leitura mais atenta de seus escritos mostra que essa avaliação é equivocada. A este respeito, ver: FOSTER, J. B. *Marx's ecology: materialism and nature*. New York: Monthly Review Press, 2000.
- xxiv A economia do meio ambiente teria se iniciado nos anos 1960, a partir dos livros de Harold J. Barnett e Chandler Morse (*Scarcity and growth: the economics of natural resource availability*), Neal Potter e Francis Taggart Christy Jr. (*Trends in natural resource commodities: statistics of prices, output, consumption, foreign trade, and employment in the united states, 1870-1957*) e Rachel Carson (*Silent spring*). A este respeito, ver: PEARCE, D. An intellectual history of environmental economics. *Annual review of energy and the environment*, v. 27, n. 1, 2002, p. 57-81. Atualmente, há uma grande quantidade de manuais publicados em língua inglesa e em português.
- xxv Se, por exemplo, o processo prosseguisse além do ponto de equilíbrio, com trabalho e capital continuando a deixar a produção de peixe rumo à produção de eletricidade, o preço do peixe subiria além de seu custo (e o da energia elétrica cairia abaixo de seu custo). Com isso, a situação dos trabalhadores e das empresas produtoras de peixe melhoraria, pois seus salários e lucros aumentariam, mas a situação dos trabalhadores e dos capitais na produção de energia elétrica pioraria.
- xxvi A abordagem ortodoxa (ou neoclássica) se caracteriza por negar a existência de problemas de desenvolvimento, entendidos como problemas peculiares do funcionamento das economias dos países não desenvolvidos. Da mesma forma, a economia do meio ambiente não distingue entre problemas de países desenvolvidos e em

desenvolvimento: o critério que acabamos de ver se aplica a projetos que envolvam o meio ambiente, independentemente da situação de pobreza do país em questão.

- xxvii TIETENBERG, T.; LEWIS, L. *Environmental economics and policy*. 6. ed. Boston: Addison-Wesley, 2010, p. 38.
- xxviii *Ibid*, p. 55.
- xxix GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6, 2010, p. 1209-1218.
- xxx MUNDA, G. Environmental economics, ecological economics, and the concept of sustainable development. *Environmental Values*, v. 6, n. 2, 1997, p. 213-233.
- xxxi O Relatório Brundtland foi publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, sob o título de “Nosso Futuro Comum”. Este documento popularizou uma definição para o conceito de desenvolvimento sustentável que se tornou popular no debate sobre desenvolvimento.

# Economia do Meio Ambiente: Falhas de Mercado e Instrumentos de Política Ambiental

# 2

Luan Santos  
Amaro Olímpio Pereira Junior  
André Frossard Pereira de Lucena

*De um reservatório de recursos a uma lata de lixo, o status da natureza é transformado em uma matriz viva, cuja durabilidade condiciona a de toda atividade, bem como toda a vida no planeta.*

(René Passet)

## 2.1 INTRODUÇÃO

Até recentemente e conforme apresentado no Capítulo 1, a teoria econômica deixava em plano muito secundário as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.<sup>1</sup> No extremo, temos sofisticadas teorias de equilíbrio geral e de crescimento econômico que focalizam a economia como um sistema isolado, isto é, um sistema que não intercambia nem matéria nem energia com seu meio externo.<sup>1</sup> Uma caricatura da concepção que predominou até recentemente é a do diagrama de fluxo circular de livros-texto, que descreve o processo econômico por intermédio de fluxos de bens e serviços e de rendas ou receitas monetárias entre empresas e famílias, sem observar as trocas com o meio ambiente.

O sistema econômico, dessa forma, funcionava como se existissem fontes inesgotáveis de insumos materiais e de energia. Assim, no processo de produção, todos os insumos seriam inteiramente convertidos em produtos, não ficando nenhum resíduo indesejado, e, no consumo, todos os produtos desapareceriam inteiramente. Era como se a economia fosse um sistema isolado, cabendo à teoria econômica concentrar-se na análise dos fluxos de valor de troca circulando no seu interior, entre empresas e famílias.

Esta postura se justificava enquanto eram limitadas, em relação ao ecossistema, as demandas de materiais e de energia do sistema econômico, bem como suas emissões de resíduos e rejeitos. Foi só na década de 1960, quando se tornou evidente o fato de que externalidades ambientais são parte dos processos econômicos, que surgiram os primeiros esforços da economia neoclássica para alterar as bases da teoria.<sup>ii</sup> O pensamento econômico sempre foi influenciado pelos problemas econômicos da atualidade.<sup>iii</sup> No entanto, o corpo central dessas correntes de pensamento simplesmente desconhecia o fato crucial de que a atividade econômica não pode perdurar sem trocas contínuas com o meio ambiente.

## **2.2 O MERCADO E SUAS FALHAS**

Tal situação predominou amplamente até fins da década de 1960. Inúmeros foram os fatos que influenciaram essa mudança, tal como a queda da qualidade de vida nos países industrializados — em 1962, uma sequência de desastres ambientais começou a acontecer em várias partes do mundo, como a contaminação da Baía de Minamata, no Japão, quando centenas de pessoas foram envenenadas por mercúrio depois de comerem os peixes contaminados.

Nesse mesmo período, a bióloga e escritora Rachel Carson lançou seu livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), que viria a se tornar um clássico dos movimentos preservacionista, ambientalista e ecologista. O mesmo alertava para a crescente perda da qualidade de vida produzida pelo uso indiscriminado e excessivo dos produtos químicos e fertilizantes e os efeitos dessa utilização sobre os recursos ambientais.<sup>iv</sup> Entretanto, destaca-se que os economistas neoclássicos evitaram mudanças radicais; foram realizadas apenas adaptações da estrutura analítica da teoria convencional.

Desde então, despontaram e se firmaram correntes de pensamento da economia do meio ambiente, desenvolveram-se e fortaleceram-se associações de economistas ambientais, surgiram periódicos especializados e as revistas de economia tradicionais passaram a aceitar regularmente trabalhos na área.

### **2.2.1 A questão dos direitos de propriedade**

Com exceção parcial da terra (para fins agropecuários e imobiliários), a tradição legal do mundo ocidental moderno apresenta dificuldade em definir os direitos de propriedade particular sobre a natureza, sobre o meio ambiente e sobre seus compartimentos.<sup>v</sup> Os recursos naturais não são atribuíveis ao trabalho humano nem à criação de indivíduos, grupos ou nações. Humanos não inventam nem fabricam minérios, água ou petróleo. Apenas descobrem sua utilidade, colhem e usam esses recursos, diretamente ou transformados pelo trabalho.

Criou-se, na ordem política liberal, uma separação, nem sempre explicitamente reconhecida, entre propriedade comum da natureza e a propriedade privada dos resultados do trabalho humano. Os recursos naturais “deixados” na natureza têm sido sistematicamente remetidos à condição de recursos de propriedade comum, sob responsabilidade difusa do governo, da comunidade, do poder público (embora haja exceções).

Ficaram ao desabrigo das proteções legais derivadas dos modernos direitos de propriedade privada.

Desse modo, os recursos naturais ficam em uma situação parecida com a dos bens públicos. Tais bens apresentam a característica de serem não rivais — seu consumo por determinado indivíduo não impossibilita o consumo por outra pessoa ao mesmo tempo — e não excludentes — não é possível que outros compartilhem os benefícios do consumo deste bem. Logo, os recursos naturais são considerados de todos em geral, mas de ninguém em particular, e fica difícil excluir quem quer que seja do seu consumo.

A semelhança se torna maior quando se considera que, ainda de acordo com o próprio liberalismo, todo bem privado tem um preço, medido principalmente pela “quantidade” de trabalho (e outros atributos humanos, como capital, informação e tecnologia) que ele incorpora. É com esse preço que o bem privado ingressa na esfera de troca, do mercado.

A característica mais importante do preço de um bem é que ele limita o número de seus consumidores potenciais. O recurso natural não tem dono nem tem preço, assim ele tende a ter um número infinito de consumidores. O bem natural fica, dessa forma, ainda mais parecido com um bem público, que sempre tem mais consumidores do que o esperado. Um número indefinido ou infinito de consumidores leva a um consumo voraz, irracional e, no limite, destrutivo de qualquer bem, natural ou não. Um bem sem preço no âmbito de uma economia cujos bens têm preços tende a ser sucateado pela sobre-exploração.

No contexto dos bens públicos ambientais, por exemplo, não é sempre claro quem é o “proprietário” dos direitos sobre os recursos hídricos ou do ar. Nesse sentido, tais direitos são criticamente importantes para o funcionamento dos mercados, sendo, inclusive, responsáveis pelo alcance de uma solução eficiente na presença de uma externalidade, conforme destacou o Prêmio Nobel Ronald Coase. Em seu artigo “*The Problem of*

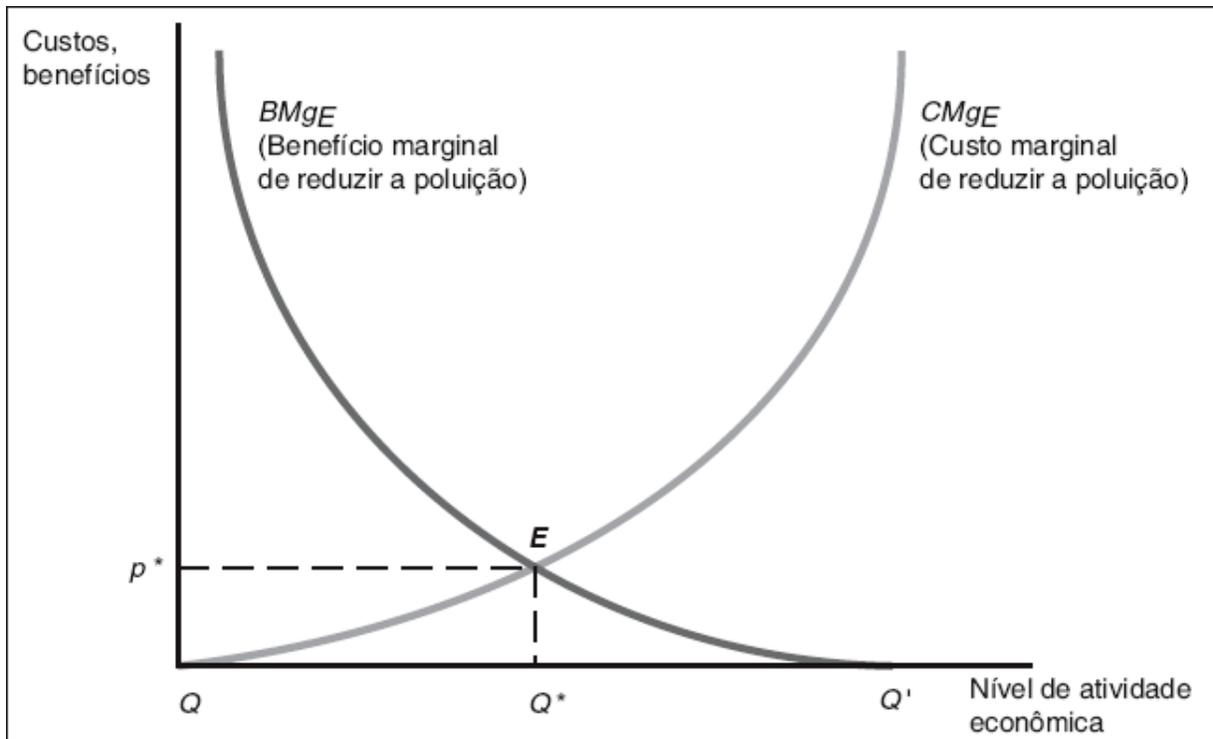
*Social Cost*”, afirma que a atribuição apropriada dos direitos de propriedade a qualquer bem, mesmo na presença de externalidades, pode surgir por meio da livre negociação entre as partes envolvidas, independentemente de quem for a parte detentora dos direitos.<sup>vi</sup>

O Teorema de Coase afirma que uma vez definidos os direitos de propriedade sobre o recurso natural, o processo de negociação entre poluidores e aqueles que sofrem com a poluição leva automaticamente ao nível ótimo de poluição, independentemente de quem detém os direitos de propriedade. Assim, a maximização do bem-estar social nos contextos de produção de danos ou externalidades a certos agentes, em decorrência do empreendimento de outros, somente seria alcançável por meio de barganhas diretas entre ambos, desde que sob custos de transação e taxas de desconto irrelevantes.<sup>vii</sup>

A interdependência econômica entre agentes, portanto, definiria a motivação para a realização de barganhas que levassem a resultados socialmente eficientes, não importando a distribuição dos direitos de propriedade entre as partes.<sup>viii,ix</sup> Nessas condições, ao agir em seu melhor interesse, cada um agiria no melhor interesse da coletividade, fórmula que poderia ser estendida às relações entre governos locais, desde que o ente federal não interviesse, o que poderia acarretar aumento dos custos de transação ou imposição de restrições para que o processo de barganha se encaminhasse para o ponto ótimo.

A hipótese básica do argumento é que quanto maior a redução na poluição, maior o custo marginal,  $CMg$ , de abatê-la — isto é, de diminuir uma parcela de poluição a partir de técnicas de controle ambiental —, e menor é o benefício marginal,  $BMg$ , para a parte afetada. A partir do nível de atividade econômica,  $Q'$ , que leva a determinado nível de poluição, inicia-se um processo de barganha e as partes envolvidas negociarão até o ponto em que o custo marginal de reduzir a poluição seja igual ao benefício marginal de reduzi-la — ponto  $E$  na Figura 2.1.

Nesse ponto, a vítima da poluição não estará mais disposta a pagar um valor adicional para o agente poluidor para que este reduza a poluição. Ou seja, ela prefere “suportar” um pouco de poluição a gastar mais (acima de  $p^*$ ), e o poluidor só aceitará reduzir ainda mais seus níveis de poluição por uma quantia maior do que a vítima está disposta a pagar.



**FIGURA 2.1** Livre negociação entre o poluidor e a vítima da poluição. Fonte: Adaptado de Pearce e Turner (1989).

Entretanto, apesar da existência hipotética de uma solução de mercado, a livre negociação entre as partes muitas vezes não é viável na prática. Com frequência, os custos de negociação não são negligenciáveis e existe dificuldade de identificação dos lados da barganha, ou mesmo há uma desproporção de poder entre os agentes, dificultando o processo de barganha. Além disso, observa-se que, em situações de propriedade comum, na qual quem polui é quem sofre com esta poluição, tal teorema não se aplica.

Destaca-se que o próprio Coase reconhece em seu trabalho que, na prática, esse resultado pode ser de menor relevância. Dificilmente, nos problemas de poluição típicos, tem-se uma situação que envolva apenas dois agentes. Ademais, os custos de transação podem ser proibitivos.<sup>2</sup> Tais aspectos não devem ser desprezados na prática. Imagine o caso de uma fábrica que polui um rio do qual se serve um agricultor vizinho. Neste caso, os efeitos não seriam sentidos apenas pelo agricultor, mas possivelmente por todas as pessoas que vivem rio abaixo, levantando-se questões como a necessidade de tratamento de águas, perda de potencial pesqueiro das mesmas, danos à saúde, efeitos ecológicos de longo prazo etc. Negociar um nível de poluição ótimo, neste caso, implicaria custos de transação proibitivos.

Existe um argumento econômico segundo o qual, se os custos de transação são proibitivos, o *status quo* deve ser o socialmente ótimo; ou seja, se o dano fosse suficientemente relevante, as partes interessadas enfrentariam o elevado custo de se reunirem e negociarem uma solução para o problema. O contra-argumento é que, neste caso, não é evidente que o *status quo* seja preferível a algum tipo de intervenção governamental. Na verdade, esta constitui uma das principais justificativas econômicas para a necessidade de intervenção do governo na negociação entre agentes onde ocorrem externalidades.

Além dos custos transacionais, existe a difícil questão da revelação honesta das preferências, especialmente se os agentes afetados forem consumidores. Na tentativa de determinar o verdadeiro desejo de cada indivíduo de contribuir para um possível pagamento à fábrica poluidora (caso ela tenha os direitos de propriedade), é plausível esperar que todos tenham uma motivação estratégica para subestimar o quanto estariam efetivamente dispostos a contribuir, contando com o fato de que poderiam se beneficiar das avaliações dos outros. Isso pode fazer com que a

negociação não aconteça e que a quantidade de poluição produzida seja maior do que a socialmente ótima.

Existe, adicionalmente, o inverso dessa situação, quando os agentes afetados desconhecem todos os efeitos a que estarão sujeitos, o que os levaria a subestimar os verdadeiros danos marginais (custos marginais de degradação). Este é um caso em que deve haver intervenção governamental para impedir que haja uma livre negociação prejudicada pela informação assimétrica entre as partes.

Finalmente, em situações de grande disparidade de renda, esse resultado pode talvez ser ótimo do ponto de vista econômico, mas não necessariamente do ponto de vista ético, na medida em que valor econômico está associado à disposição a pagar e, conseqüentemente, à renda das pessoas. Suponhamos que um dos dois agentes não seja um produtor, mas um consumidor muito pobre, e que não haja leis que lhe assegurem o direito de ar puro, admitindo-se que a externalidade neste novo exemplo seja a poluição atmosférica. Caso este último não tenha uma restrição orçamentária, ele poderá garantir que o nível ótimo de poluição será atingido com o pagamento de uma quantia a ser negociada com o vizinho que polui o ar. Porém, como existe a restrição orçamentária da renda, ele pode não conseguir oferecer dinheiro suficiente para limitar a poluição.

Por outro lado, se, neste mesmo exemplo, o consumidor pobre estiver protegido por uma lei que lhe assegure o direito ao ar puro, caberá ao poluidor oferecer dinheiro para reduzir um pouco de poluição, não havendo restrição orçamentária que impeça o nível ótimo de poluição de ser atingido.

Observe-se, no entanto, que não é o efeito renda, mas o direito de propriedade que inicialmente determina a possibilidade de se atingir o nível ótimo de poluição. Isso contraria o Teorema de Coase. De fato, o resultado segundo o qual o direito de propriedade não afeta a negociação nem sempre

é válido. Um exemplo dessa situação pode ser a poluição de grandes indústrias localizadas em periferias urbanas com habitantes de baixa renda; na ausência de legislação e sem intervenção governamental, a negociação pode ser dificultada.

Mesmo com todas suas limitações, o exemplo de Coase serve de modelo para os problemas mais gerais nos quais existem agentes econômicos que operam em situações em que há externalidades. Aliado ao resultado básico apresentado anteriormente, segundo o qual a quantidade ótima de poluição (e de controle, portanto) é obtida ao se igualarem os custos marginais de controle e de degradação, tem-se uma boa indicação sobre como corrigir o nível de poluição para o socialmente desejável nos problemas mais gerais.

### **2.2.2 A questão das externalidades negativas**

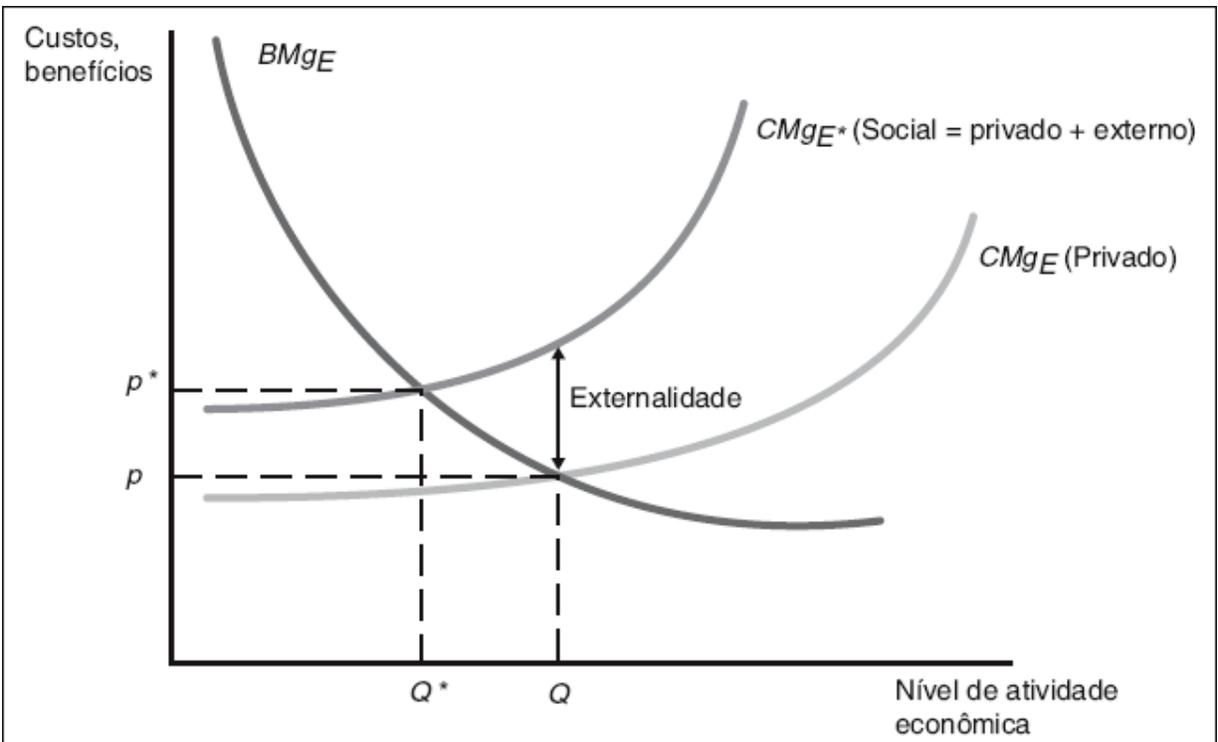
Conforme visto no Capítulo 1, a teoria neoclássica centra toda sua análise no problema da alocação ótima de recursos. Para ela, em condições ideais, o sistema de mercado determina um equilíbrio único e estável, atingido em condições de concorrência perfeita, em que um sistema de preços assegura a compatibilidade dos comportamentos dos agentes econômicos, desde que eles busquem maximizar seu bem-estar e o fazem de maneira racional. O equilíbrio em condições ideais maximiza o bem-estar total da sociedade e é eficiente no sentido de Pareto, uma situação em que não é possível melhorar o bem-estar de um indivíduo sem piorar o de outro. O ótimo de Pareto corresponde a um bem-estar coletivo, definido a partir da combinação dos interesses individuais.

As escolhas individuais neste modelo são independentes, ou seja, não interferem umas nas outras. Quando isso acontece, geram externalidades, que podem constituir falhas de mercado e afastar seu equilíbrio da condição de eficiência alocativa, ou seja, de máximo bem-estar. Externalidade ocorre sempre que as transações entre duas partes causam um benefício ou um

custo a uma terceira parte e sempre que esse benefício ou custo não for levado em conta nos entendimentos entre as duas primeiras partes.<sup>x</sup> Isto é, uma pessoa A, no curso da prestação de algum serviço, cujo pagamento é realizado por uma segunda pessoa B, incidentemente acaba por causar um benefício ou um prejuízo a uma pessoa C, de tal modo que o pagamento não pode ser exigido da parte beneficiada (A não recebe compensação) ou não se pode obrigar à compensação da parte prejudicada (A não compensa pelos danos).

Falhas de mercado ocorrem na maior parte dos problemas relacionados à economia do meio ambiente, pois os recursos naturais não são de propriedade de ninguém.<sup>3</sup> Com isso, ninguém “zela” diretamente por eles e o sistema de preços deixa de organizar a economia de forma socialmente ótima, havendo, assim, uma diferenciação entre custos privados e sociais.

O exemplo clássico é o ar de uma cidade, um recurso natural que pertence a todos e, ao mesmo tempo, não é propriedade de ninguém. Quando uma fábrica de produção de cimento, por exemplo, polui o ar, uma série de efeitos incide sobre as pessoas que vivem na cidade onde a fábrica está instalada (inclusive, outros produtores), fazendo com que estes venham a incorrer em custos, seja para se protegerem da poluição, seja por virem a sofrer seus efeitos adversos. Como a fábrica está tomando a decisão (de poluir o ar) que afeta o bem-estar de outros agentes da economia sem consultá-los a respeito, então sua atividade produtiva está provocando externalidades negativas.



**FIGURA 2.2** Custo marginal privado e as externalidades. Fonte: Adaptado de Pearce e Turner (1989).

Como os custos externos não atingem o dono da fábrica, em princípio, não há motivação para ele deixar de poluir. Esta situação só ocorre porque o ar é público. Se o dono da fábrica tivesse a propriedade do ar, certamente o deixaria em condições adequadas, pelo menos para a produção do cimento. Por outro lado, se a propriedade fosse das pessoas, então o dono da fábrica teria que internalizar os custos da poluição como uma indenização à população, ou recorreria a filtros de controle de modo a não poluir. Em ambos os casos, percebe-se o problema envolvido na alocação de bens públicos.<sup>4</sup> A natureza desse tipo de bem, portanto, provoca uma falha de mercado. Neste caso, os custos privados diferem dos custos sociais e uma empresa maximizadora de lucros toma decisões de produção de bens públicos que não são socialmente eficientes.

As externalidades podem ser analisáveis em termos de divergências entre o custo privado e o custo social, sendo este último tomado no sentido

de custo para o conjunto dos agentes econômicos que formam a coletividade. Para ele, qualquer atividade econômica apresenta um custo e o conjunto dos custos impostos por uma atividade à coletividade constitui o custo social da mesma. Uma parte dele é compensada pelos pagamentos efetuados pelo agente que está na origem da atividade (custo da matéria-prima ou do fator de trabalho, por exemplo), isto é, os custos privados. Entretanto, em geral, existem outros custos impostos a outros agentes sem que o pagamento venha proporcionar a mínima compensação, como, por exemplo, a poluição emitida por ocasião de uma atividade de produção industrial.

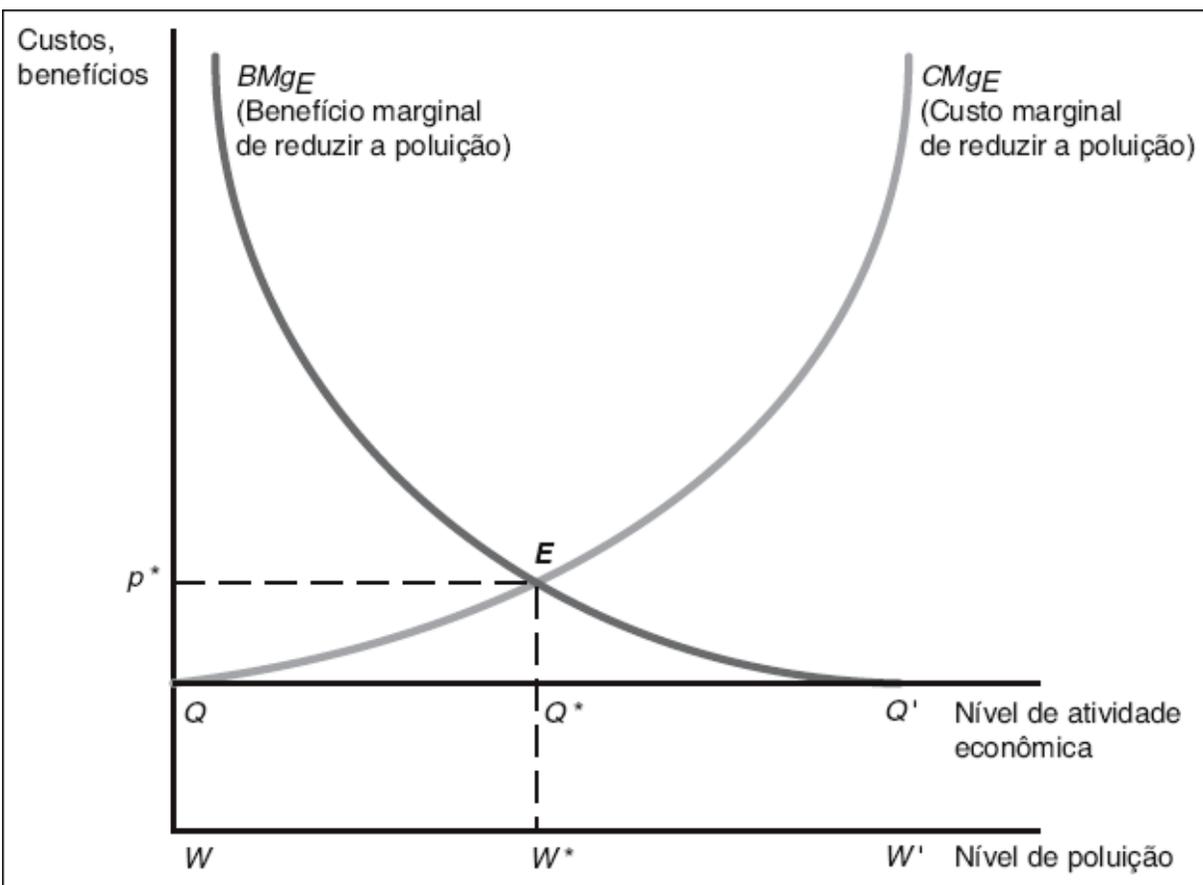
Para que uma atividade econômica gere uma externalidade negativa (ou um custo externo), é necessário que haja perda de bem-estar de um agente não envolvido na mesma e que esta perda de bem-estar não seja compensada. No entanto, as vantagens ou os inconvenientes ocasionados sem compensação pecuniária podem, todavia, ser avaliados monetariamente. Desse modo, se esse custo (ou benefício) for tomado em conta na soma dos custos (ou dos benefícios) que determinam o custo social, vê-se que esse custo social é, na realidade, maior que o custo privado suportado pelo emissor.

Nesse sentido, pode-se dizer que o preço de mercado,  $p$ , não reflete a totalidade dos custos gerados pela produção, pois, em geral, não inclui o custo da externalidade. Assim, o custo privado de produção deve na realidade ser aumentado aos elementos do custo social, por meio da internalização da externalidade, provocando a determinação de um novo preço,  $p^*$ , mais elevado para o bem, o que levará a uma menor quantidade produzida.

O custo de externalidade sempre existirá quando uma atividade de um agente causa perda de bem-estar social a outro agente e quando esta perda não é compensada. Portanto, o nível de atividade econômica ótimo,  $Q^*$ , que leva ao ponto de poluição ótimo,  $W^*$ , é a questão que deve ser analisada,

assumindo-se que a poluição é diretamente proporcional ao nível de atividade econômica, conforme evidencia a Figura 2.3 a seguir.

O nível de atividade que gera poluição corresponde ao eixo horizontal da figura, enquanto os custos e os benefícios em termos monetários são mostrados no eixo vertical. A curva  $BMg_E$  indica o benefício marginal privado líquido da externalização do custo, isto é, o quanto o agente poluidor ganha ao não internalizar o custo de uma unidade de externalidade emitida. A mesma análise pode ser feita considerando-se os custos, logo o  $CMg_A$  seria o custo de se “abater” (reduzir) uma unidade de poluição gerada pelo agente poluidor. Já a curva de  $CMg_E$  representa o custo marginal externo, refletido no aumento de uma unidade de poluição causado pelo agente poluidor, devido ao crescimento do nível de sua atividade econômica.



**FIGURA 2.3** Definição econômica do ponto ótimo de poluição. Fonte: Adaptado de Pearce e Turner (1989).

O nível de poluição ótimo (ótimo de Pareto), representado pela produção ótima,  $Q^*$ , é alcançado quando o  $BMg_E = CMg_E$ . Antes de chegar a  $Q^*$ , nota-se que a sociedade enfrenta maiores custos por ter demasiados recursos destinados às atividades de abatimento da poluição. A partir do ponto de equilíbrio, a grande quantidade de poluição no meio ambiente expõe a sociedade a custos ambientais excessivos. Observa-se, assim, que as externalidades negativas, geradas pelas atividades de mercado, impactam o meio ambiente, gerando uma sequência de fatos prejudiciais à qualidade ambiental.

Destaca-se, inicialmente, que o conceito de poluição pode ter uma interpretação científica ou econômica. A primeira se relaciona à presença física da poluição, por exemplo, impactos biológicos e químicos dos rejeitos sobre o meio ambiente. Neste caso, não significa necessariamente que exista a poluição do ponto de vista econômico. Para tanto, seria necessário haver uma perda de bem-estar, em função da reação humana aos efeitos físicos.<sup>xi</sup>

Devido à existência das falhas de mercado citadas, na prática o livre mercado não é capaz de alcançar o máximo bem-estar social. Para tanto, seriam necessárias condições específicas, que não ocorrem naturalmente. Por exemplo, seria necessário que todos os bens e serviços produzidos e consumidos fossem transacionados em mercados perfeitamente competitivos, com informação perfeita e direitos de propriedade adequadamente estabelecidos. Seria preciso também que todos os bens fossem privados, isto é, que não houvesse bens públicos e, principalmente, que não houvesse externalidades.<sup>xii</sup>

Dessa forma, a não existência de poluição — portanto, a não geração de externalidades —, só seria possível caso a atividade poluente não ocorresse, uma vez que, de acordo com as leis da termodinâmica, não existe

produção sem poluição. No entanto, esta sequer seria uma solução ótima em termos de bem-estar social, visto que as diversas atividades econômicas também geram um ganho de utilidade (bem-estar) aos agentes, a partir do consumo. Existe, logo, um nível ótimo de poluição, no qual o bem-estar gerado por certo nível de atividade equivale à perda de bem-estar gerada pela poluição causada pelo mesmo.

## **2.3 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL**

Considerando-se a internalização (monetária) das externalidades via mercado como o principal objeto de estudo na elaboração de políticas ambientais, dois aspectos fundamentais devem ser levados em consideração: como valorar monetariamente os custos externos e quais instrumentos de política ambiental devem ser utilizados para atingir o nível ótimo de poluição (ótimo social).<sup>xiii</sup>

### **2.3.1 Instrumentos não econômicos**

Desde as primeiras manifestações de degradação ambiental, materializadas pelo fenômeno das externalidades negativas que os diversos agentes econômicos se impõem mutuamente, percebeu-se a necessidade da intervenção estatal no sentido de mediar e resolver os conflitos. Entre o fim do século XIX até o período anterior à Segunda Guerra Mundial, a principal forma de intervenção estatal se dava a partir da disputa em tribunais, onde as vítimas das externalidades negativas ambientais entravam em juízo contra os agentes poluidores.<sup>xiv</sup> Entretanto, no longo prazo, as disputas em tribunais tornaram-se excessivamente custosas, não só em termos monetários, mas principalmente no que diz respeito a tempo de resolução dos litígios.

### 2.3.2 Instrumentos de comando e controle

Por volta da década de 1950, adotou-se a política de comando e controle (*command-and-control policy*), também conhecida como política de regulação direta ou de controle direto. Nesta política, que representa um instrumento não econômico, existe a imposição pela autoridade ambiental de normas (*command*) de comportamento ambiental (*standards*) sobre a produção final (ou sobre o nível de utilização de um insumo básico) do agente poluidor e, em seguida, o controle (*control*) sobre esses agentes. Além disso, há a determinação da melhor tecnologia disponível para o abatimento da poluição e para o cumprimento do padrão de emissão.

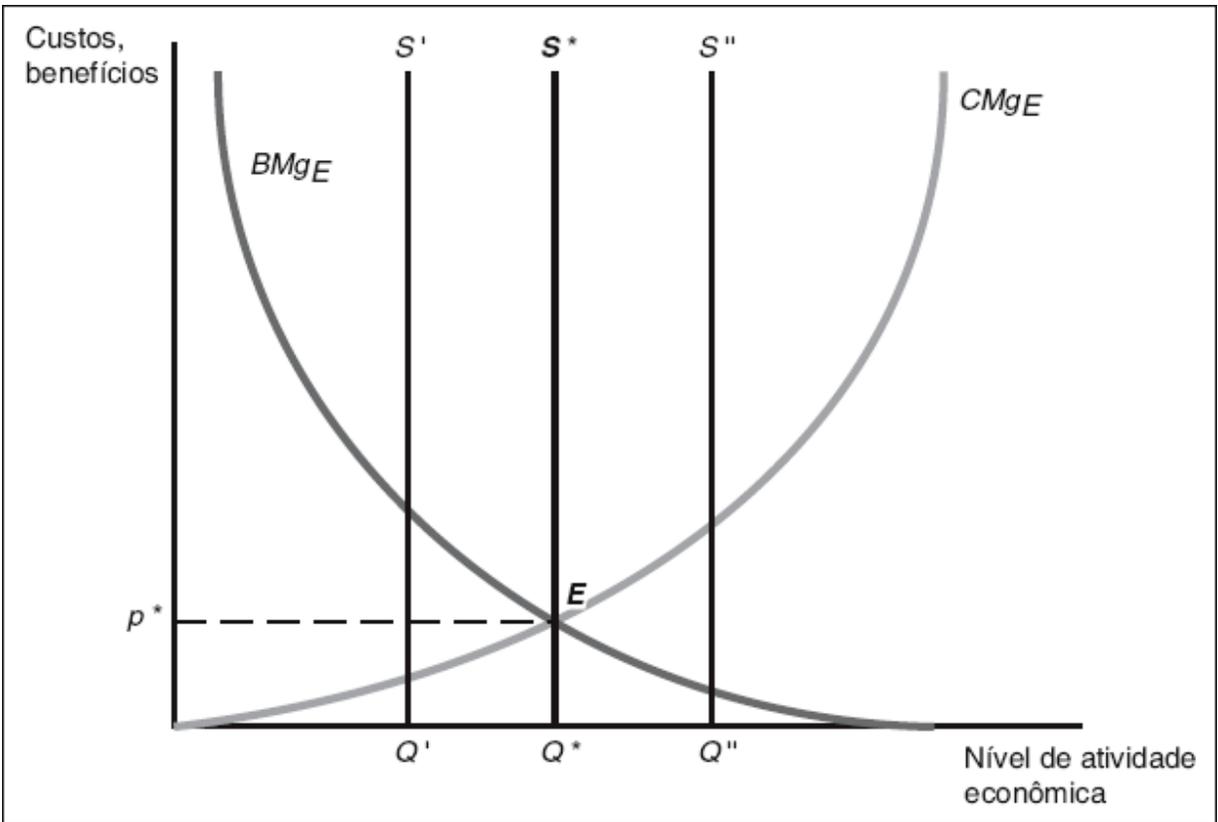
Exemplos dessa política seriam exigências de utilização de filtros em chaminés das unidades produtivas, fixação de cotas para extração de recursos naturais, concessão de licenças para funcionamento de fábricas, substituição da fonte energética da unidade industrial etc. Em geral, o *standard* implica o estabelecimento de níveis de concentração ambiental de determinado poluente, com referência a algum critério relacionado à saúde, por exemplo, um nível de contaminação da água que não pode ser excedido, de modo que a mesma possa ser bebida sem gerar problemas à saúde, ou determinada concentração de material particulado na atmosfera que não cause doenças respiratórias.

A razão de ser dessa política é perfeitamente compreensível, pois, dado o elevado crescimento das economias ocidentais no pós-guerra, com sua também crescente poluição associada, foi necessária uma forte intervenção por parte dos Estados.

O ponto ótimo do padrão ambiental (*standard*) deve corresponder ao nível ótimo de poluição, isto é, à produção ótima,  $Q^*$ , conforme demonstra Figura 2.4. Nela, o agente é forçado a não ultrapassar o limite,  $Q^*$ , que acaba por se tornar o ponto ótimo (e máximo) de poluição privada. Entretanto, encontrar o ponto em que o *standard* é igual ao ótimo de produção e, portanto, de poluição ( $S = Q^* = W^*$ ) não é fácil, dada a

dificuldade de se determinar o  $BMg_E$  e o  $CMg_E$ . Por isso, o que na prática ocorre são tentativas de ajuste do *standard* de modo que ele não fique muito abaixo do ponto ótimo, como é o caso do  $S'$ , em que o *standard* é demasiado restritivo (prejudicando as atividades econômicas), ou que ele não fique muito acima do ponto ótimo, como ocorre em  $S''$ , ocasionando uma grande permissividade do *standard* e, portanto, um grande nível de poluição.

O controle direto toma muito frequentemente a forma da definição de normas, traduzidas nos *standards*. Estes se dividem, principalmente, em quatro diferentes formas: *standard* de qualidade ambiental (limite máximo admissível para determinado meio ambiente), *standard* de emissões (limite máximo admissível para a quantidade de emissões lançadas no ambiente provenientes das fontes de emissão), *standards* tecnológicos (especifica procedimentos e tecnologias de prevenção/redução da poluição) e *standards* de produtos/*inputs* (especifica a composição e as características a que os produtos potencialmente poluentes devem obedecer).<sup>xv</sup>



**FIGURA 2.4** Nível ótimo do standard. Fonte: Adaptado de Field e Field (2002).

Destaca-se que os instrumentos de comando e controle podem ser de diversos tipos, de acordo com os objetivos pretendidos pela política ambiental, conforme esquematizado na Tabela 2.1 a seguir.<sup>xvi</sup>

Existem algumas vantagens nesse tipo de instrumento de política ambiental, como o fato de que, desde que sejam cumpridos, os *standards* garantem que as emissões não excedam dado limite imposto, além de que estes constituem uma forma de prevenir efetivamente danos que podem ser graves ou irreversíveis. Entretanto, também há críticas a essa política, uma vez que sua implementação é excessivamente morosa, com demoradas negociações entre regulamentadores e empresas, podendo sofrer a influência de *lobbies*, bem como deficiências informacionais dos órgãos reguladores e altos custos associados à fiscalização contínua e efetiva por parte desses órgãos. Além disso, ocorre o tratamento de forma igual às

diversas empresas, sem considerar diferenças de tamanho e de quantidade de poluentes lançados no meio ambiente, o não incentivo à redução da poluição, caso se alcance o *standard*, bem como grande dificuldade de se determinar o *standard* que atinja o nível ótimo de externalidade.

**TABELA 2.1**

Classificação e descrição dos instrumentos de comando e controle

<b>Classificação do instrumento</b>	<b>Descrição</b>
Padrões	Padrões de emissão de poluentes, padrões de qualidade ambiental, padrões tecnológicos (controle de equipamentos), especificações de processos e produtos (composição, durabilidade etc.)
Zoneamento	O zoneamento fixa áreas onde não são permitidas certas atividades
Licenças	A concessão de licenças (não comercializáveis) para instalação e funcionamento visa a restringir as atividades a determinadas áreas e/ou a certos períodos do dia, de acordo com a quantidade de efluente tratado
Cotas	Cotas (não comercializáveis) de extração de recursos naturais.

Fonte: Rathmann (2012).

### **2.3.3 Instrumentos econômicos**

Os instrumentos caracterizam-se como econômicos quando afetam o cálculo de custos e benefícios das atividades, influenciando sobre o processo decisório, no sentido de produzir melhorias na qualidade ambiental. Comparativamente aos mecanismos regulatórios (comando e controle), os instrumentos econômicos têm a seu favor a flexibilidade permitida aos agentes poluidores, isto é, procuram assegurar-lhes liberdade para escolher economicamente a melhor alternativa para alcançar os objetivos de melhoria da qualidade ambiental mediante a seleção da tecnologia a ser adotada e do momento de sua implantação.

## ■ Taxas

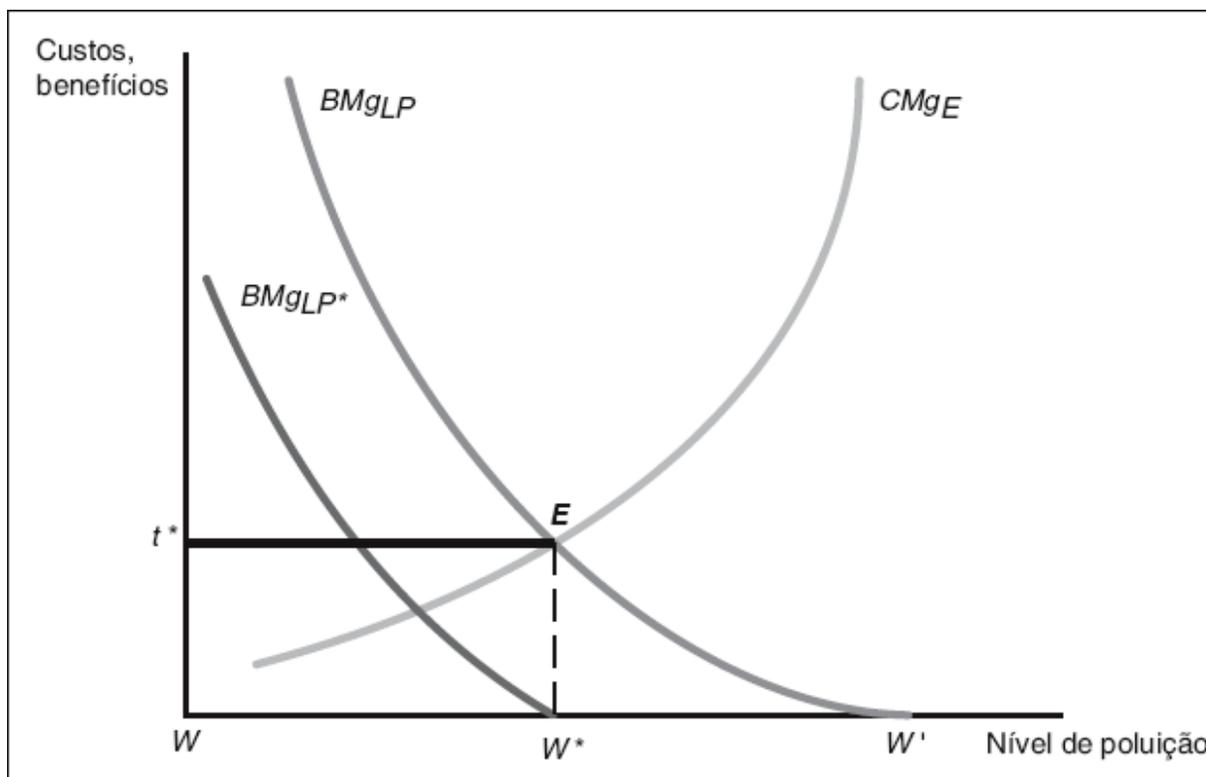
Muitos economistas advogam um particular tipo de intervenção, por meio de uma taxa sobre os poluidores com o objetivo de estimar o dano (externalidade) causado. Arthur C. Pigou, em *Economics of Welfare*, propôs uma taxa como forma adequada para equiparar o custo privado ao custo social.<sup>xvii</sup>

A internalização das externalidades para Pigou se daria por meio do pagamento de uma taxa, cujo montante seria igual à diferença entre o custo social e o custo privado.<sup>xviii</sup> A internalização das externalidades, logo, traduzir-se-ia por um pagamento que, de algum modo, viria a atribuir um preço à nocividade. O preço do bem produzido seria, então, igual ao custo marginal social do bem (custo privado + taxa).

A taxa ótima pigouviana,  $t^*$ , isto é, a que leva ao ótimo social, é encontrada quando esta é igual ao custo marginal externo,  $CMg_E$ , no nível ótimo de poluição. Porém, a definição de taxa ótima, assim como no caso dos *standards*, é extremamente complexa. Por isso, propõe-se que, inicialmente, uma taxa seja assumida e, em seguida, seja verificado o efeito causado em termos da melhoria do nível de qualidade do ambiente. Se a qualidade ambiental não tiver sido acrescida no total desejado, deve-se

aumentar a taxa; caso contrário, deve-se reduzi-la. A partir desse processo de tentativa e erro (*learning-by-doing*) é que se chegará na taxa ótima,  $t^*$ .<sup>xix</sup>

Uma das principais vantagens do uso das taxas é permitir a geração de receitas fiscais e tarifárias. Isto é, tal política é considerada um duplo dividendo, pois além da melhoria ambiental, gera receitas para os órgãos reguladores. Ademais, as taxas alcançam seus resultados, mesmo que os agentes reguladores não saibam absolutamente nada sobre os custos marginais de abatimento,  $CMg_A$ , de qualquer dos agentes poluidores, e constituem um incentivo permanente à redução da poluição.



**FIGURA 2.5** A internalização das externalidades por meio de uma taxa. Fonte: Adaptado de Field e Field (2002).

Comparativamente aos instrumentos de comando e controle, observa-se que as taxas são mais custo-efetivas, além de apresentarem uma eficiência dinâmica, na medida em que as mesmas incentivam a inovação tecnológica, uma vez que a taxa é paga mesmo no ponto ótimo de poluição,

gerando o duplo dividendo. Nesse sentido, suponha que um padrão ambiental seja estabelecido *a priori*, de tal modo que o valor da taxa não seja o valor ótimo do dano ambiental causado. A taxa é unitária e igual para todos os agentes poluidores, que pagam proporcionalmente aos danos que provocam. Suponha ainda que a autoridade ambiental deseja reduzir o nível de poluição de certa localidade em 50 % e que haja duas fontes poluidoras. Uma maneira de se conseguir isso é exigir que cada um dos agentes reduza suas emissões em 50 %, admitindo-se que o nível de poluição seja determinado unicamente por essas emissões.

No entanto, é claro que este sistema não é economicamente eficiente. Pode ser muito mais barato para um dos agentes (o agente A) reduzir drasticamente suas emissões, atingindo-se com isso o padrão de qualidade ambiental. Observe-se que taxar ambos os agentes com um mesmo valor (por unidade emitida) leva a esse resultado. Isto porque o custo marginal de controle do agente A é menor que o valor da taxa (senão nem A nem B vão mudar suas emissões). Assim, o agente A vai reduzir suas emissões até o ponto em que os custos marginais de controle igualarem o valor da taxa. A partir desse ponto, vai preferir pagar a taxa. Idêntico raciocínio se aplica ao agente B. Portanto, diferentemente da imposição de um padrão único a todos os produtores, a taxa alcança o mesmo resultado de forma custo-efetiva, ou seja, gastando o mínimo de recursos.

Outra vantagem da taxa é que ela produz um incentivo para que haja pesquisas de tecnologias mais baratas, levando à eficiência dinâmica. Já que a taxa é proporcional à quantidade emitida, por mais que o agente já tenha investido em controle, ele sempre terá uma motivação para reduzir ainda mais as emissões, o que acontecerá quando houver uma nova tecnologia tal que os custos marginais de controle sejam menores que o valor da taxa.

Porém, além de questões práticas sobre a viabilidade da implementação da taxa, notadamente no que envolve a necessidade de

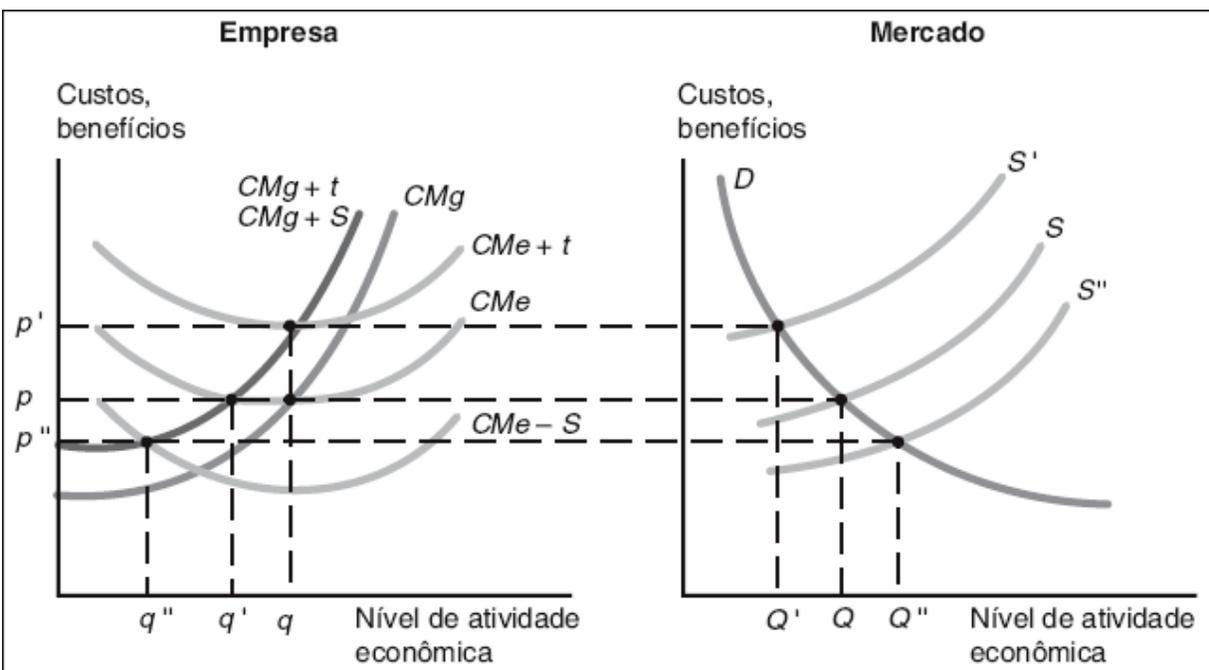
quantificação dos custos marginais de degradação, há também críticas importantes ao critério pigouviano de taxaço, que se aplicam no caso de o mercado não ser perfeitamente competitivo. Se o produtor for um monopolista, ele ofertará uma quantidade menor do que a socialmente ótima (ou seja, aquela da concorrência perfeita). Aplicando-se uma taxa pela externalidade causada, ele vai ter seus custos de produção aumentados e, portanto, vai diminuí-la ainda mais. O efeito será contrário ao desejado.

Além disso, outro debate tem lugar em torno dessa solução fiscal proposta por Pigou, que diz respeito à optimalidade da situação proveniente desta solução. Muitos autores liberais, pouco inclinados a preconizar soluções fiscais, contestam evidentemente a optimalidade da posição pigouviana e exigem, para o alcance do ótimo, uma condição suplementar: que o produto da taxa seja entregue à vítima do efeito externo, a fim de que esta última veja o prejuízo residual compensado. Além disso, existem assimetrias de informação entre os agentes poluidores e o Estado, o que dificulta a determinação da curva de  $BMg_{LP}$ , assim como uma grande complexidade de se conhecer o nível de  $CMg_E$  na situação de ótimo.

Por fim, devem ser considerados os custos administrativos, já que será necessária uma fiscalização contínua sobre as emissões, situação que se aplica também às outras políticas. Outra questão relevante a ser analisada é a variação geográfica. Se um agente se localiza em uma área densamente povoada e outro em área pouco povoada, é razoável que uma taxa maior seja aplicada ao primeiro agente. Na verdade, isso quer dizer que a taxaço deveria se basear nos efeitos das emissões de cada agente, e não na quantidade emitida. Isto é uma maneira de captar os custos de degradação impostos por um e por outro agente. No caso de vários agentes, é possível dividir a região em áreas nas quais os efeitos seriam semelhantes e impor taxas diferentes para cada área. Por fim, a taxaço também não é recomendada quando o nível de emissão desejado é zero, caso típico de substâncias muito tóxicas ou poluentes.

## ■ Subsídios

Os subsídios sobre a redução das emissões de poluição ocorrem quando uma autoridade pública paga ao poluidor pela redução de certa quantidade, por exemplo, de toneladas de poluição emitida, ou quando tal autoridade encoraja os poluidores a instalarem equipamentos para abaterem suas emissões. Este instrumento funciona como uma análise do custo de oportunidade, pois quando o poluidor opta por emitir uma unidade de poluição, está em vigor a renúncia ao recebimento do subsídio que ele poderia ter ganhado, caso tivesse escolhido não poluir essa uma unidade.



**FIGURA 2.6** Efeito paradoxal dos subsídios. Fonte: Adaptado de Faucheux e Noël (1995).

O efeito do subsídio é mais complexo de se compreender: De acordo com a Figura 2.6, a curva de custo marginal da empresa incluído o subsídio ( $CMg + S$ ) sobe na mesma posição que a do custo marginal da empresa mais a taxa ( $CMg + t$ ), caso o montante absoluto do subsídio seja o mesmo que o da taxa. Isso acontece devido ao fato de que um aumento da produção da empresa corresponderá a uma redução do subsídio, isto é, o mesmo

efeito causado pela taxa; em contrapartida, o custo médio diminui devido ao subsídio ( $CMe - S$ ). O equilíbrio de curto prazo da empresa é, portanto, o mesmo que no caso da taxa, ou seja,  $p, q''$ . O equilíbrio no longo prazo,  $p''$ ,  $q''$ , é diferente: estando o preço situado acima do custo médio,  $CMe$ , haverá entrada de novas empresas no mercado e, em seguida, ocorrerá um deslocamento da curva de oferta agregada do mercado para a direita,  $S''$ .

O que este exemplo mostra é que, se para uma empresa tomada isoladamente, o subsídio pode, de fato, levar a uma redução da produção e, logo, da poluição, para o mercado como um todo, tem-se um aumento da produção e, assim, da poluição (efeito paradoxal do subsídio). Esse resultado é inteiramente diferente do obtido pela ação de uma taxa.

Os subsídios,  $S$ , podem tomar a forma de transferências diretas de fundos (empréstimos, por exemplo), isenções fiscais, apoio à pesquisa e desenvolvimento (P&D) etc. O seu objetivo é alcançar a redução das emissões pelos agentes, mas pode também incentivar o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias mais limpas, ajudar a desenvolver novos mercados para recursos e serviços ambientais, além de encorajar novos comportamentos dos consumidores.

Entretanto, percebe-se que os subsídios se tornam ineficientes se sua existência levar a uma superprodução do produto subsidiado ou se estes criarem lucros indevidos para indivíduos ou partes do mercado. Ou seja, os subsídios devem ser temporários, pois ao mesmo tempo são construtivos, quando usados para a obtenção de novas tecnologias para o mercado, tornando-o mais competitivo, e destrutivos, quando utilizados por muito tempo, criando interesses difíceis de serem resolvidos no futuro.<sup>xx</sup>

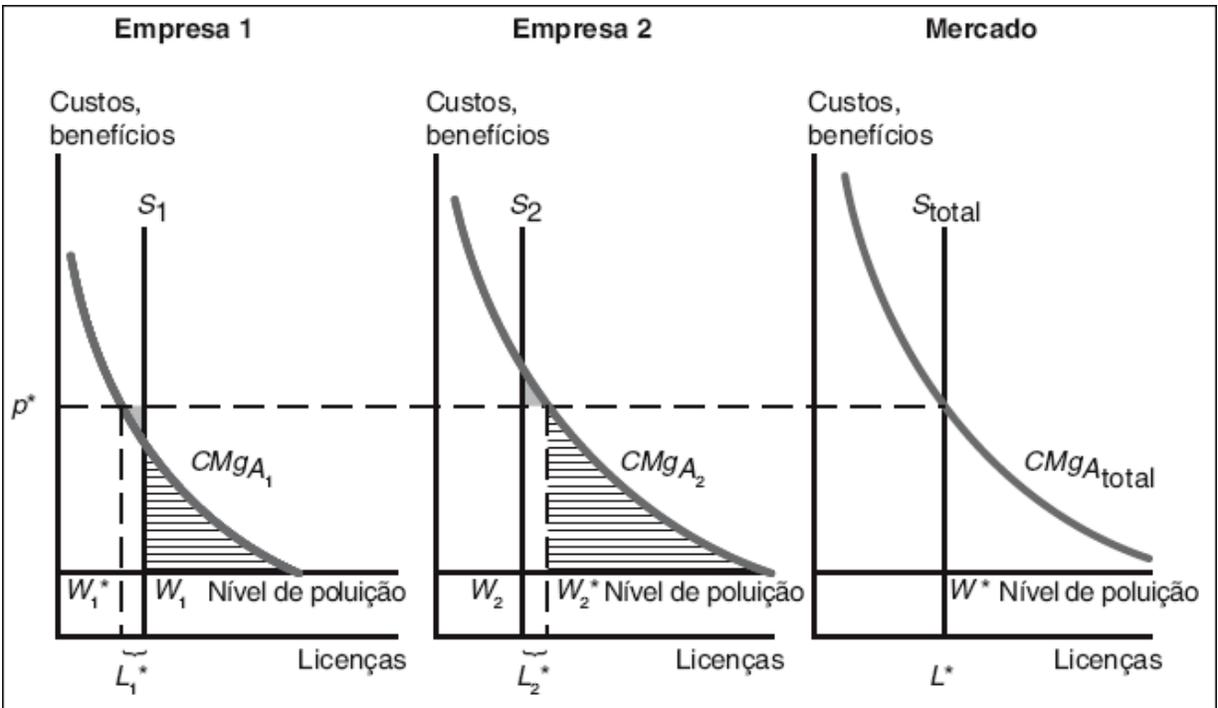
## ■ Certificados negociáveis de poluição

Conforme já destacado, Coase considera que a racionalidade econômica pode ser alcançada a partir de uma negociação (monetária) entre as partes sem intervenção do Estado. Para isso, seria necessário que houvesse uma

definição dos direitos de propriedade, não importando a quem é dado o direito; o que vale é o alcance do ponto ótimo de poluição a custos de transação inexistentes ou negligenciáveis. Assim, o Teorema de Coase afirma que, em concorrência perfeita, com custos de transação nulos ou negligenciáveis, os agentes, por meio da negociação bilateral e sem a intervenção do Estado, chegam à solução eficiente da eliminação do problema da externalidade (ótimo social) independentemente da distribuição inicial dos direitos de propriedade.

A partir dessa análise, o economista J. H. Dales atribui a existência das externalidades à ausência ou à má definição dos direitos de propriedade sobre os bens. Para ele, os direitos de propriedade devem ser exclusivos e transferíveis, a fim de permitir a troca mercantil. Trata-se, portanto, de um modo de internalização da externalidade, que encontrou sua origem em uma falha dos direitos de propriedade, e, assim, ele procura definir esses direitos para permitir sua troca entre os agentes, tendo como resultado a definição de um preço de equilíbrio que tem todas as características de um ótimo paretiano. Essa análise de Dales deu origem ao instrumento de internalização conhecido como mercado de licenças de emissão ou mercado de direitos de poluir.<sup>xxi</sup>

O seu funcionamento se dá da seguinte forma: o Estado, ou o órgão de controle, decide de antemão sobre a quantidade de poluição aceitável no meio ambiente e a distribui ou a põe à venda no mercado de títulos os direitos de poluição. Cada detentor desses títulos ou certificados terá, portanto, o direito de emitir uma quantidade de poluição correspondente ao montante de títulos detido. A diferença, caso ele polua mais do que o permitido, considerando-se o total de licenças possuídas, ele deverá abater (despoluir).



**FIGURA 2.7** Funcionamento de um mercado de licenças de emissão. Fonte: Adaptado de Faucheux e Noël (1995).

Tomando-se um mercado composto por apenas duas empresas: Empresa 1 e Empresa 2, conforme demonstra a Figura 2.7. O Estado define o limite máximo de poluição,  $S_{total}$ , que para as empresas representam os *standards*  $S_1$  e  $S_2$ , respectivamente. O gráfico da figura demonstra o comportamento dos agentes frente à existência de um mercado de licenças de emissão. A  $CMg_A$  dos agentes é, de fato, a curva de demanda por licenças. A Empresa 1 abaterá o custo da poluição até o ponto  $W_1$ , isto é, até o ponto onde o  $CMg_{A1}$  se iguala ao  $S_1$ . Porém, sobra a ele a região entre  $W_1^*$  e  $W_1$ , situada abaixo do  $CMg_{A1}$ , constituindo o total  $L_1^*$  de licenças que serão ofertadas no mercado. Já a Empresa 2 abaterá o custo de poluição  $CMg_{A2}$  até o ponto em que este se iguala ao preço ótimo,  $p^*$ , isto é,  $W_2^*$ . Observa-se, contudo, que a empresa ainda não alcançou o *standard* necessário,  $S_2$ , por isso ela comprará as licenças ofertadas no mercado da Empresa 1, de modo que ela consiga alcançar o *standard* existente.

Resumindo, esse mercado de licenças de emissão funciona no formato *cap-and-trade*, isto é, fixa-se um *standard* (*cap*), divide-o em licenças, que conferem “direito” a poluir, e existe a possibilidade de compra e venda dessas licenças (*trade*). A partir disso, as empresas decidirão como agir no mercado, de acordo com o confronto entre o  $CMg_A$  e o preço das licenças. Tal instrumento, então, consiste em um mercado organizado no qual se permite a compra e venda dos direitos de emitir poluição para o ambiente, sendo que os preços variam de acordo com as forças da oferta e da demanda, possibilitando aos indivíduos uma atuação de acordo com seus interesses privados. O número total de direitos será definido com base em uma quantia segura de emissões que podem ser “lançadas” ao meio ambiente.

Faz-se importante destacar que a abordagem desse instrumento econômico difere da utilizada pelas taxas e pelos subsídios, na medida em que os mercados de licença de emissões trabalham com quantidades, em vez de considerar os preços. A mesma também é adotada pelos instrumentos de comando e controle, que limitam as emissões de poluição por meio dos *standards*, no entanto o que diferencia os mercados de licença de emissões deste instrumento é a possibilidade de transferência das permissões pelo mercado.

Uma das principais vantagens deste instrumento é o fato de ele não requerer tanta informação para uma implementação eficiente, como os controles diretos ou as taxas de Pigou, já que a quantia total de emissões pode ser facilmente ajustada ao aumentar ou diminuir o número de direitos em circulação. Porém, existem complicações que surgem relativamente ao crescimento econômico, à inflação e à entrada de novos participantes nesse mercado.

## 2.4 CONCLUSÕES

O modelo neoclássico supõe a existência de uma economia de mercado operando sob condições ideais de concorrência perfeita que, a partir da otimização do uso dos fatores de produção, possibilita a produção de pleno emprego com equidade distributiva. Ele admite que os agentes econômicos são perfeitamente racionais e, ao procurar seu benefício individual, obtêm como resultado a realização do interesse coletivo. Dessa forma, observa-se que a ciência econômica foi construída com base no modelo da mecânica, objetivando fazer dela “a mecânica da utilidade e do interesse individual”.

Entretanto, conforme discutido neste capítulo, os recursos naturais tendem a sofrer duas formas inter-relacionadas de falhas de mercado. A primeira envolve a impossibilidade, ou a dificuldade, na definição dos direitos de propriedade privada sobre tais recursos, enquanto a segunda abrange a grande incidência de externalidades negativas sobre os mesmos, levando a uma sequência de eventos prejudiciais à qualidade ambiental, devido ao fato de que os elementos da natureza são adjacentes uns aos outros e que, por conseguinte, o impacto em um recurso natural não se limita a este recurso, mas se estende aos demais.

A política ambiental, nesse sentido, mostra-se necessária para induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente, ou seja, reduzir a quantidade de poluentes lançados no mesmo e minimizar o consumo irracional dos recursos naturais. Como tais recursos são finitos, e muitas vezes não renováveis, a utilização deve ser racional, a fim de que o mesmo possa servir para a população atual e também para as gerações futuras — esse é o princípio do desenvolvimento sustentável, definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no estudo intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum).

Assim, instrumentos econômicos (taxas, subsídios e certificados negociáveis de poluição) e não econômicos (instrumentos de comando e controle) de política ambiental foram discutidos, a partir da apresentação de

seus respectivos funcionamentos, vantagens e desvantagens. Cabe ressaltar, no entanto, que a escolha do instrumento de controle de poluição mais adequado depende de uma combinação de fatores e que nenhum instrumento é melhor em todas as situações. Em uma realidade com imperfeições de mercado, informação imperfeita e assimétrica, e inequidade de renda, um agente regulador deve fazer uso de instrumento(s) que melhor se aplique(m) ao caso específico em questão. É preciso que se mantenha, entretanto, a percepção de que, embora seja um dano, a poluição também gera benefício na forma de bens e serviços consumidos pela sociedade. Cabe ao regulador garantir que os benefícios sejam maiores que os custos, assim como justamente distribuídos.

Dessa maneira, os diversos instrumentos de políticas ambientais devem ser usados de modo a se alcançar os melhores resultados em nível de poluição do meio ambiente e, logo, de qualidade ambiental. Observa-se, porém, que na prática o que ocorre é uma mistura dos diversos tipos de instrumentos econômicos e não econômicos na execução das políticas ambientais, dado que cada um apresenta vantagens e desvantagens de acordo com situações específicas, ou seja, as soluções encontradas se voltam à utilização conjunta dos diversos instrumentos de política ambiental.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Bens públicos:** apresentam a característica de serem não rivais (seu consumo por determinado indivíduo não impossibilita o consumo por outra pessoa ao mesmo tempo) e não excludentes (não é possível que outros compartilhem os benefícios do consumo deste bem). Como exemplo, temos os recursos naturais, considerados de todos em geral, mas de ninguém em particular, ficando difícil excluir quem quer que seja de seu consumo.

- **Externalidade:** ocorre sempre que as transações entre duas partes causarem um benefício ou um custo a uma terceira parte e sempre que esse benefício ou custo não for levado em conta nos entendimentos entre as duas primeiras partes. Isto é, uma pessoa A, no curso da prestação de algum serviço, cujo pagamento é realizado por uma segunda pessoa B, incidentemente acaba por causar um benefício ou um prejuízo a uma pessoa C, de tal modo que o pagamento não pode ser exigido da parte beneficiada (A não recebe compensação) ou não se pode obrigar à compensação da parte prejudicada (A não compensa pelos danos).
- **Fluxo circular da renda:** descreve o processo econômico por intermédio de fluxos de bens e serviços e de rendas ou receitas monetárias entre empresas e famílias, sem observar as trocas com o meio ambiente.
- **Meio ambiente:** é o conjunto do sistema externo físico e biológico, no qual vivem o homem e os outros organismos, segundo o United Nations Environment Programme (Unep).
- **Ótimo de Pareto:** o equilíbrio em condições ideais maximiza o bem-estar total da sociedade e é eficiente no sentido de Pareto, uma situação em que não é possível melhorar o bem-estar de um indivíduo sem piorar o de outro. O ótimo de Pareto, portanto, corresponde a um bem-estar coletivo, definido a partir da combinação dos interesses individuais.

## QUESTÕES

- 2.1 Cite alguns exemplos de fatos que mudaram a perspectiva da economia perante as questões ambientais.
- 2.2 Defina o Teorema de Coase.
- 2.3 Qual a diferença entre o custo privado e o custo social?
- 2.4 O que são instrumentos econômicos de política ambiental?

**2.5** Qual a principal diferença entre os instrumentos de comando e controle e os certificados negociáveis de poluição para as taxas e os subsídios?

**LEITURA COMPLEMENTAR**

ARROW, K.; BOLIN, B.; COSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S.; JANSSEN, B.; LEVIN, S.; MALER, K.; PERRINGS, C.; PIMENTEL, D. Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Economics*, v. 15, 1995, p. 91-95.

DALY, H. *A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: AS-PTA, Textos para Debates, n. 34, 1991.

\_\_\_\_\_. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics*, n. 6, 1992. p. 185-193.

\_\_\_\_\_. *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Boston: Beacon Press, 1996.

\_\_\_\_\_. *Ecological economics and sustainable development: selected essays of Herman Daly*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2007.

\_\_\_\_\_. *Ecological economics and the ecology of economics: essays in criticism*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1999.

\_\_\_\_\_; FARLEY, J. *Ecological economics: principles and applications*. Washington: Island Press, 2004.

DENARDIN, V.; SULZBACH, F. Capital Natural na Perspectiva da Economia. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 1, 2002. *Anais ANPPAS*, Indaiatuba, 2002.

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. *Science*, v. 162, n. 3859, 1968. p. 1243-1248.

HASSELKNIPPE, H. Systems for carbon trading: an overview. *Climate Policy*, v. 3, 2003. p. 43-57.

KULA, E. *History of environmental economic thought*. Routledge Studies in the History of Economics. London and New York: Routledge, 1998.

OSTROM, Elinor. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. New York: Cambridge University Press, 1990.

PASSET, R. *L'Économie et le vivant*. Paris: Payot, 1979.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

i MUELLER, C. Economia e meio ambiente na perspectiva do mundo industrializado: uma avaliação da economia ambiental neoclássica. *Estudos Econômicos*, v. 26, n. 2, mai-ago. 1996. p. 261-304.

ii \_\_\_\_\_. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: UnB/Finatec, 2007.

iii GEORGESCU-ROEGEN, N. *O decrescimento: entropia, ecologia, economia*. São Paulo: Senac, 2012.

iv CARSON, R. *Silent spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962.

v HERCULANO, S. *Meio ambiente: questões conceituais*. Rio de Janeiro: UFF/PGCA-Riocor, 2000.

vi COASE, R. The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, v. 3, n. 1, 1960. p. 1-44.

vii PEARCE, D.; TURNER, R. *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press, 1989.

viii BUCHANAN, J. M. The Coase Theorem and the Theory of the State, *Natural Resources Journal*, 13, 1973. p. 579-594.

ix \_\_\_\_\_. Rights, Efficiency, and Exchange: The Irrelevance of Transaction Cost. In: NEUMANN, M. (Ed.). *Ansprüche, Eigentums- und Verfügungsrechte*, Duncker und Humblot. Berlin, 1984. p. 9-24.

x PORTNEY, P. Current issues in natural resource policy. Washington: *Resources for the Future*, 1982.

- xi Idem ao <sup>VIII</sup>.
- xii PERMAN, R.; MA, Y.; MCGILVRAY, J. *Natural resource and environmental economics*. Harlow (GB): Longman, 1996.
- xiii ALIER, J.; SCHULÜPMAN, K. *La ecología y la economía*. México: Fondo de Cultura Económica, 1991.
- xiv MAY, P. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- xv BARDE, J. Environmental policy and policy instruments. In: FOLMER, H.; GABEL, H.; OPSCHOOR, H. *Principles of environmental and resources economics – A guide for students and decision-makers*. Edward Elgar, 1995.
- xvi RATHMANN, R. *Impactos da adoção de metas de redução de emissão de gases de efeito estufa sobre a competitividade de setores industriais energointensivos do Brasil*. (Tese) Doutorado PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- xvii PIGOU, A. *The economics of welfare*. 4. ed. London: Macmillan, 1932.
- xviii FAUCHEUX, S.; NOËL, J. *Economia dos recursos naturais e do meio ambiente*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- xix FIELD, B.; FIELD, M. *Environmental economics – An introduction*. 3. ed. Boston: McGraw-Hill, 2002.
- xx European Environment Agency (EEA). *Technical report – Market-based instruments for environmental policy in Europe*. August 2005. Disponível em: [http://reports.eea.europa.eu/technical\\_report\\_2005\\_8/en](http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2005_8/en). Acesso em: 20 jun. 2013.
- xxi DALES, J. H. *Pollution, property and prices: An Essay in Policy-making and Economics*. Toronto: University of Toronto Press, 1968.

- 
- 1 Segundo o United Nations Environment Programme (UNEP), o meio ambiente é o conjunto do sistema externo físico e biológico, no qual vivem o homem e outros organismos.
  - 2 Possui relação com “barreiras à entrada”.
  - 3 Via de regra, são de posse dos Estados (União).
  - 4 Bens públicos aqui são definidos com bens não rivais e não excludentes.

# Valoração Ambiental

Ramon Arigoni Ortiz  
Lilia Caiado

# 3

*Para cooperar, as pessoas não têm apenas que se confiar mutuamente, elas também têm que se coordenar sob uma norma social que todos compreendam. Esse é o porquê de ser muito mais fácil destruir uma sociedade do que construí-la.*

(Partha Dasgupta, *Economics: A Very Short Introduction*)

## 3.1 INTRODUÇÃO

Os bens ou ativos ambientais, provedores que são de serviços ecossistêmicos, têm grande importância para dar suporte às funções que garantem a sobrevivência das espécies. De uma forma geral, todas as espécies animais e vegetais dependem dos serviços ecossistêmicos dos recursos naturais para sua existência. Essa importância traduz-se em valores associados aos bens ou recursos ambientais, que podem ser valores de caráter moral, ético e econômico.

Entende-se que todo recurso ambiental tem um valor intrínseco, que, por definição, é o valor que lhe é próprio, interior, inerente ou peculiar. É o valor que reflete direitos de existência e interesses de espécies não humanas e objetos inanimados, por exemplo. Há, na literatura, alguns métodos que

procuram identificar valores intrínsecos de recursos ambientais de maneiras não relacionadas com a análise econômica (ver Capítulo 2). Entretanto, do ponto de vista econômico, o valor relevante de um recurso ambiental é aquele importante para a tomada de decisão, ou seja, o valor econômico de um recurso ambiental é a contribuição deste recurso para o bem-estar social.

Portanto, a valoração econômica ambiental busca avaliar o valor econômico de um recurso ambiental a partir da determinação do que é equivalente, em termos de outros recursos disponíveis na economia, que se estaria (seres humanos) disposto a abrir mão de maneira a obter uma melhoria de qualidade ou quantidade do recurso ambiental. Em resumo, a valoração econômica de recursos ambientais é uma análise de *trade-offs*.<sup>i</sup>

Em outras palavras, as técnicas de valoração econômica ambiental buscam medir as preferências dos agentes por um bem ou serviço ambiental, ou seja, como as preferências individuais variam quando há mudanças na provisão, qualidade ou quantidade ofertada, do recurso. Essas preferências individuais em relação a mudanças na qualidade ou na quantidade do recurso ambiental são traduzidas em medidas de bem-estar — variação compensatória, excedente do consumidor e variação equivalente<sup>ii</sup> — que podem ser interpretadas como a disposição a pagar (DAP) de um indivíduo por uma melhoria ou incremento no recurso ambiental ou como a disposição a aceitar (DAA) uma piora ou decréscimo na oferta do recurso.

Mas, afinal, para que serve a valoração econômica ambiental? O desafio da economia é alocar recursos escassos de maneira a obter o maior benefício social. Em relação aos recursos ambientais, um problema econômico existe na medida em que os mesmos estão disponíveis em quantidades finitas.

O principal objetivo da valoração econômica ambiental consiste em estimar os custos sociais de se usar recursos ambientais escassos, ou ainda,

incorporar os benefícios sociais advindos do uso destes recursos. Os analistas estimam valores ambientais em termos monetários para tornar esses valores comparáveis a outros valores de mercado, de forma a permitir a tomada de decisões envolvendo recursos ambientais. Ou seja, o que se deseja é a inclusão dos benefícios (e custos) ambientais na análise custo-benefício de atividades econômicas que envolvem recursos ambientais, para efeito de análise de políticas públicas. Dessa forma, a valoração econômica ambiental é fundamental para a gestão desses recursos, bem como para a tomada de decisões que envolvam projetos com grande impacto ambiental. Além disso, permite inserir de forma mais realista o meio ambiente nas estratégias de desenvolvimento econômico, sejam estas locais, regionais ou nacionais.

Por outro lado, devemos alertar que a tarefa de medir o valor econômico de um recurso ambiental não é trivial, uma vez que, como veremos a seguir, seu uso é muito dependente dos recursos disponíveis para a análise (tempo para o estudo, custos associados, disponibilidade de dados etc.) e também da escolha do método mais adequado de valoração econômica. Neste capítulo, buscar-se-á formalizar alguns dos principais métodos de valoração econômica de recursos ambientais, descrevendo a intuição que existe por trás de cada método e quais suas principais potencialidades e limitações.

Para tal, a Seção 3.2 tratará dos aspectos metodológicos da valoração, desenvolvendo os conceitos valor econômico total de bens ambientais, na Seção 3.2.1, de agregação de medidas de bem-estar, na Seção 3.2.2, e de altruísmo, na Seção 3.2.3. A Seção 3.3 apresentará os métodos de valoração econômica de recursos ambientais, dentre os quais os métodos indiretos, apresentados na Seção 3.3.1, a saber: Método dos Custos de Viagem, Método dos Preços Hedônicos, Métodos de Custos de Reposição e Custos Evitados, Método dos Gastos Defensivos, da Produtividade Marginal e a Teoria do Capital Humano ou Produção Sacrificada; e os métodos diretos,

na Seção 3.3.2, quais sejam: Valoração Contingente e a Modelagem de Escolhas. A Seção 3.3.3, por sua vez, trará os métodos de transferência de benefícios: Transferência Unitária Simples ou Direta, Transferência Unitária com Ajuste de Renda, Função de Transferência e Função de Transferência — Metanálise. Por fim, serão apresentadas as conclusões do capítulo.

## 3.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 3.2.1 Valor econômico total de bens ambientais

O *valor econômico total* de um recurso ambiental compreende a soma dos valores de uso e do valor de existência do recurso ambiental, este último algumas vezes também chamado de valor de não uso. Valores de uso compreendem a soma dos valores de uso direto, valores de uso indireto e valores de opção.

O *valor de uso direto* de um recurso ambiental é aquele derivado de sua utilização ou consumo direto, sendo que o mesmo recurso ambiental pode ter vários usos distintos e, dessa forma, ter vários valores de uso direto.

De maneira a facilitar a compreensão do leitor, o recurso floresta será tomado para exemplificar os diferentes tipos possíveis de valores relacionados com o recurso. Neste exemplo, pode-se citar como valores de uso direto do recurso ambiental o montante relativo à extração de madeira, o valor relativo ao consumo dos frutos e outros produtos não madeireiros e o valor de uso recreativo, por exemplo.

*Valores de uso indireto* são aqueles advindos das funções ecológicas do recurso ambiental ou aqueles derivados de uso *ex-situ* ao ambiente do recurso. No exemplo, o bem-estar proporcionado pelo recurso ambiental

floresta de forma indireta, como, por exemplo, a regulação da qualidade e quantidade da água e do ar, representaria o valor de uso indireto do recurso.

*Valores de opção* se relacionam à quantidade que os indivíduos estariam dispostos a pagar para manter o recurso ambiental para uso futuro. Isto é, não há uso, direto ou indireto, no presente, mas poderá haver uso no futuro. Em outras palavras, valor de opção é a disposição a pagar de um indivíduo pela opção de usar ou não o recurso no futuro.

O *valor de existência* ou *valor de não uso* de um recurso ambiental está relacionado à satisfação pessoal em saber que o recurso está disponível, sem que o indivíduo tenha vantagem direta ou indiretamente sobre essa presença. Nesse sentido, é distinto do valor de uso, que representa o valor que as pessoas obtêm a partir do uso do recurso. A título de exemplo, as pessoas podem ter disposição a pagar positiva pelo não desmatamento da floresta Amazônica, mesmo que essas pessoas nunca venham a visitar a floresta ou consumir qualquer de seus produtos. A essa disposição a pagar, chamamos de *valor de existência*.

Em resumo, o valor econômico total de um recurso ambiental é a soma de todos os seus valores de uso direto e indireto (que podem ser vários) mais seu valor de opção e seu valor de existência. Entretanto, há que se tomar cuidado de não adicionar valores mais de uma vez, ou ainda, não somar valores que não seriam possíveis se outro uso do recurso tiver sido considerado na valoração econômica. Um exemplo disso é o uso de uma área para agricultura, que é excludente ao uso desta mesma área para conservação florestal.<sup>iii</sup>

### **3.2.2 Agregação de medidas de bem-estar**

A valoração econômica ambiental é fundamental para a análise de custo-benefício envolvendo recursos ambientais, na qual se deve considerar as preferências das pessoas em relação ao recurso analisado. Entretanto, deve-

se incluir na análise as preferências da geração atual em relação ao benefício ambiental no presente, bem como as preferências desta em relação aos benefícios futuros. Da mesma forma, custos incorridos no presente e no futuro devem ser refletidos na tomada de decisão. Ou seja, é necessário agregar temporalmente custos e benefícios associados à mudança no fluxo ou estoque do bem ou serviço ambiental. Essa é a racionalidade para o uso do desconto temporal na análise custo-benefício envolvendo recursos ambientais.

Pode-se citar o exemplo da mudança climática, cuja mitigação envolve altos custos sociais no presente — em termos de desenvolvimento econômico, geração de riquezas e mudanças no padrão de consumo, mas que tem seus principais benefícios no futuro. Ou seja, os custos sociais impostos à geração presente devem ser confrontados com os benefícios apropriados por três, talvez quatro gerações adiante.

Neste caso, um problema é introduzido no momento que se escolhe uma taxa de desconto intertemporal, a ferramenta padrão para comparação de custos e benefícios que ocorrem em diferentes momentos do tempo. O problema é que ao aceitar o uso de uma taxa de desconto qualquer, se está implicitamente impondo um padrão específico de preferências em relação ao bem-estar das gerações futuras. Ao utilizar uma taxa de desconto elevada (baixa), o economista está determinando que as gerações futuras darão muito (pouca) importância ao recurso analisado. Mas, na verdade, o economista está considerando apenas as preferências da geração atual em relação ao recurso.

Pode-se concluir que a agregação temporal de custos e benefícios envolvendo recursos ambientais é mais pertinente a uma análise de curto prazo, quando as incertezas em relação ao futuro são menores. Em casos em que o horizonte de análise é longo, o uso de taxas de desconto intertemporal pode levar à conclusão errada de que devemos fazer muito pouco em benefício de gerações futuras.

Há ainda o problema da agregação de medidas de bem-estar individuais. O princípio básico da economia do bem-estar estabelece que o indivíduo seja o melhor juiz sobre suas prioridades de consumo e bem-estar. Logo, para estimar o benefício social gerado por um recurso ambiental, o analista deve agregar estimativas de bem-estar individuais sobre o recurso. Em geral, a prática comum entre os economistas ambientais para estimar o valor econômico que uma parcela da população dá a um recurso ambiental é estimar um valor médio ou mediano da amostra utilizada e multiplicar esse valor médio ou mediano pela população relevante. Alguns economistas defendem que a estimativa correta a ser agregada é a mediana por diminuir o impacto de estimativas individuais extremas (*outliers*). Outros defendem o uso da média amostral, por considerarem que em se tratando de preferências individuais cada indivíduo deve ser considerado, mesmo aqueles com preferências incomuns.

### 3.2.3 Altruísmo<sup>iv</sup>

*Altruísmo* pode ser definido como o sentimento ou valor que alguns indivíduos dedicam em relação a outros na sociedade. É o oposto do *egoísmo*, que reflete o sentimento específico e exclusivamente individual. Do ponto de vista econômico, o altruísmo se manifesta quando a função utilidade de um indivíduo ou grupo de indivíduos é afetada pela função utilidade de outro(s) indivíduo(s). Ou seja, quando o bem-estar de alguém fizer parte do bem-estar de outra pessoa. O exemplo mais comum se refere à preocupação de pais quanto ao bem-estar dos filhos.

Em relação à valoração econômica ambiental, o altruísmo torna-se relevante na medida em que crianças, assim como todos os outros grupos sociais, derivam satisfação dos recursos ambientais, mas não possuem ainda o discernimento necessário para tomar uma decisão econômica racional (veja o Capítulo 11 Educação Ambiental). Em outras palavras, crianças não são capazes de revelar suas preferências em relação ao recurso ambiental e

outros bens de consumo. Dessa forma, a única maneira que o analista tem para incluir em sua análise as preferências desse grupo social importante é considerar as preferências dos respectivos pais em relação ao bem-estar de seus filhos — ou seja, o altruísmo destes em relação a seus filhos.

Há na literatura experimentos empíricos que mostram que o altruísmo é compatível com o comportamento racional do consumidor, além de desempenhar um papel importante na forma como as pessoas cooperam. Dessa maneira, dado o impacto do altruísmo no comportamento e na escolha dos indivíduos, alguns economistas argumentam que o altruísmo deveria ser incorporado nas análises custo-benefício para uma medida mais apurada dos efeitos de uma política pública sobre os recursos ambientais.

Em geral, o altruísmo pode ser dividido em dois tipos: o *altruísmo paternalístico* e o *altruísmo puro*. O altruísmo é dito paternalístico quando um indivíduo se preocupa com a renda ou com algum outro bem que possa ser consumido pelos outros indivíduos, mas existe uma indiferença, ou até egoísmo, em relação aos outros itens da função objetivo do outro. O altruísmo é dito puro quando um indivíduo se preocupa com o nível de utilidade dos outros, independentemente da forma como este bem-estar é alcançado. Desse modo, o altruísmo paternalístico refere-se aos membros da mesma família, enquanto o puro relaciona-se com os demais indivíduos na sociedade. O tipo de altruísmo relevante para análises de custo-benefício é o altruísmo paternalístico, uma vez que o altruísmo puro leva a uma dupla contagem do benefício associado a um recurso ambiental — na função utilidade do indivíduo que manifesta o altruísmo e na função utilidade daquele(s) indivíduo(s) objeto(s) do altruísmo.

### **3.3 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL**

Os principais métodos de valoração econômica ambiental são classificados de várias maneiras por diferentes autores. Estes geralmente são ditos diretos

ou indiretos, observados ou hipotéticos, ou ainda baseados em funções de produção ou função de demanda. A classificação mais usual é a classificação entre métodos diretos e indiretos.

### **3.3.1 Métodos indiretos**

Os métodos de valoração indiretos são aqueles que inferem o valor econômico de um recurso ambiental a partir da observação do comportamento dos indivíduos em mercados relacionados com o ativo ambiental, sejam estes de bens complementares ao consumo do recurso ambiental ou de bens substitutos ao mesmo.

No mercado,<sup>v</sup> as pessoas comparam suas disposições a pagar com o preço estabelecido do produto. Estas compram o bem quando suas disposições a pagar são maiores ou iguais ao preço do produto, e não compram se suas disposições a pagar forem menores que o preço. Neste caso, a valoração econômica de recursos ambientais pode ser feita mediante a abordagem da preferência revelada, na qual o indivíduo revela suas preferências através da compra de certos bens de mercado associados ao uso ou consumo do bem ambiental (métodos de custo de viagem e de preços hedônicos).

Os métodos indiretos só estimam valores de uso, pois observa-se o comportamento do indivíduo em mercados de bens complementares ou substitutos ao consumo do recurso ambiental. Dessa maneira, essas técnicas podem subestimar o valor econômico total do recurso ambiental por não estimarem o valor de existência ou não uso.

#### *3.3.1.1 Método de custos de viagem*

O método de custo de viagem, originalmente formulado por Harold Hotelling,<sup>vi</sup> em 1949, estima o valor de uso recreativo de um sítio a partir da análise dos gastos incorridos pelos visitantes desse lugar. É um método

de pesquisa que, em geral, utiliza questionários aplicados a uma amostra de visitantes do lugar de recreação para levantar dados, tais como lugar de origem do visitante, seus hábitos e gastos associados à viagem. Desses dados, podem-se calcular custos de viagem e relacioná-los (juntamente com outros fatores) a uma frequência de visitas, de modo que uma relação de demanda seja estabelecida. Essa função de demanda por visitas ao lugar de recreação é, então, utilizada para estimar o excedente do consumidor, o valor de uso recreativo desse lugar.

A lógica por trás desse método é que, quando o recurso ambiental é utilizado para atividades recreativas, gera um fluxo de serviços mensuráveis para os indivíduos. Cada visita ao lugar de recreação envolve uma transação implícita, na qual o custo total de viajar a esse lugar é o preço que se paga para utilização dos serviços recreativos do parque, praia, lago etc. Por hipótese, para usar os serviços recreativos de um lugar, os indivíduos têm de se deslocar de diferentes pontos de origem ou zona até esse lugar de recreação, e os custos envolvidos nesse deslocamento são parte significativa do preço pago pelo indivíduo para visitar o local.

Em geral, o método de custo de viagem é utilizado na abordagem por zona ou na abordagem individual. A abordagem por zona, por ser a mais comum em estudos de caso na literatura, será discutida com mais detalhes.

*A abordagem por zona do método de custo de viagem caracteriza-se pela hipótese de homogeneidade entre os indivíduos moradores de uma mesma região ou zona, ou seja, os visitantes de um lugar de recreação têm as mesmas características socioeconômicas que um visitante padrão ou médio oriundo da mesma zona.* Em geral, os dados utilizados na abordagem por zona do método de custo de viagem são compostos de informações sobre o número total de visitantes a determinado local de recreação, provenientes de algumas origens ou zonas. Essas zonas normalmente são bairros ou municípios próximos ao sítio recreativo. Como se espera que os municípios tenham tamanhos de população diferentes, calculamos uma taxa

de participação ou de visitas para cada zona, com base nas populações residentes nessas zonas. Os dados são obtidos ao longo de uma temporada completa ou ano, em geral por meio de pesquisa via questionários no local a ser avaliado. Calculam-se, então, os custos médios de viagem para um indivíduo padrão de cada zona ou origem.

Com esses dados disponíveis, estima-se uma curva de demanda por visitas recreativas relacionando-se os custos médios de viagem por zona e as variáveis socioeconômicas com as taxas de visitas por zona. Uma vez estimada a curva de demanda por visitas recreativas, calcula-se o excedente do consumidor obtido no período estudado, e este é o valor de uso direto do local de recreação.

Algumas hipóteses implícitas ao modelo de custo de viagem por zona devem ser discutidas. Admite-se, por exemplo, que os indivíduos fiquem no local de recreação a mesma quantidade de tempo, ou que o tempo de visita é constante. Isso significa admitir que pessoas residentes em zonas mais distantes do sítio recreativo visitam menos este local, não havendo a possibilidade de troca entre número de visitas e estadias mais prolongadas no local de recreação. Esta é uma hipótese importante na medida em que, para alguns lugares de recreação, esta não é verdadeira.

Como os dados são agregados ao longo de uma temporada completa, admite-se que as características do local de recreação sejam constantes ao longo do período analisado. Esta é uma hipótese restritiva no sentido de não admitir os efeitos da deterioração ecológica causada pelo uso do local de recreação ou os efeitos do congestionamento (superpopulação de visitantes). Esses efeitos, quando ocorrem, podem alterar a natureza do bem avaliado, ou seja, os serviços oferecidos pelo local de recreação tornam-se diferentes ao longo do período analisado e, portanto, deveriam ter curvas de demanda distintas.

Apesar dessas hipóteses restritivas, o modelo de custo de viagem por zona é bastante robusto, visto que em vários estudos publicados as relações

de demanda estimadas geralmente exibem estatísticas significativas.<sup>vii</sup> O modelo é claramente mais apropriado para determinados locais de recreação que para outros. Seria pouco apropriado para locais em que os visitantes têm várias opções de recreação, cabendo ao analista escolher dados e técnicas que permitam a utilização do modelo com suas hipóteses implícitas.

Na abordagem individual do método de custo de viagem, estima-se a curva de demanda por visitas ao recurso analisado a partir do custo de viagem de cada indivíduo — variável preço — e do número de visitas que cada indivíduo realizou no período analisado — variável quantidade. Formalmente, admite-se que a utilidade de um indivíduo dependa do tempo total de visitação, da qualidade dos atributos ambientais do sítio e de uma cesta de outros bens de consumo.<sup>viii</sup> Caso se admita, por simplicidade, que o tempo de visitação seja constante, então o tempo de visitação pode ser representado pelo número de visitas ao sítio. Logo, o indivíduo resolve o problema de maximização de sua utilidade sujeito às suas restrições orçamentárias e de tempo:

$$\begin{aligned}
 & \text{máx } u(X, r, q) \\
 & \text{s.a.} \\
 & M + P_w \cdot t_w = X + c \cdot r \\
 & t^* = t_w + (t_1 + t_2) \cdot r
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

em que:

- $X$  = cesta de consumo cujo preço é 1;
- $r$  = número de visitas ao sítio de recreação;
- $q$  = qualidade ambiental do sítio de recreação;
- $M$  = renda do indivíduo;
- $P_w$  = salário/hora do indivíduo;
- $c$  = custo monetário total da visitação;

$t^*$  = tempo total disponível para o indivíduo;  
 $t_w$  = tempo total de trabalho;  
 $t_1$  = tempo de viagem ao local de visitação; e  
 $t_2$  = tempo gasto na visitação.

A restrição de tempo indica um custo de oportunidade do tempo, na medida em que reflete o fato de que o tempo gasto na viagem ao sítio de recrea o mais a própria visitação não pode ser usado para outras atividades, como o trabalho remunerado, por exemplo. Admite-se por hipótese que o s lrio de um indivíduo seja uma boa aproxima o do custo de oportunidade do tempo gasto com a visitação a um sítio de recrea o; e que o custo monetário de uma visitação tenha dois componentes: uma taxa de admissão ou ingresso ( $f$ , que pode ser igual a zero) e o custo monetário do deslocamento — distância percorrida,  $d$ , vezes o custo unitário do deslocamento,  $p_d$ . Substituindo-se a restrição de tempo na restrição orçamentária, temos:

$$M + P_w \cdot t^* = X + (f + p_d \cdot d + P_w \cdot (t_1 + t_2)) \cdot r \quad (3.2)$$

Repare que o custo monetário total,  $c$ , de uma visita a um sítio de recrea o consiste em uma taxa de admissão, o custo de deslocamento, o custo de oportunidade do tempo gasto com deslocamento e de visitação. O resultado da maximiza o de utilidade restrito   condi o anterior produz a função de demanda individual por visitas recreativas:

$$r = r(p_r, M, q) \quad (3.3)$$

Existem vários problemas associados   aplica o do método de custo de viagem. Merece atenção a questão do destino múltiplo ou múltiplos objetivos na mesma viagem; do tratamento do custo de oportunidade do tempo gasto para uma visita recreativa; da escolha de sítios substitutos ao

local analisado; do tratamento do congestionamento como atributo de qualidade do sítio estudado; e da forma funcional das curvas de demanda por visitas recreativas. A qualidade das medidas de bem-estar geradas por esse método depende, então, do quanto estes problemas são minimizados a partir da escolha do modelo e da abordagem apropriados ao estudo de caso, observando-se as características próprias ao lugar de recreação analisado e a natureza das escolhas do consumidor observado.

Por outro lado, o método de custo de viagem é uma ferramenta bastante útil para produzir estimativas do valor de uso recreativo associado a lugares de recreação, sendo metodologicamente consistente com a teoria econômica, de fácil aplicação e para produzir curvas de demanda por visitas recreativas ao sítio analisado. A partir dessas curvas de demanda, é possível estimar a elasticidade-preço da demanda por visitas recreativas. Com isso, o administrador ou gestor de um recurso ambiental — unidades de conservação, por exemplo — pode aprimorar suas ações de gestão simulando variações desses custos e prevendo os impactos no fluxo de visitas e na geração de receitas.

### *3.3.1.2 Método de preços hedônicos<sup>ix</sup>*

O método de preços hedônicos pretende estimar um preço implícito por atributos ambientais característicos de bens comercializados em mercado, a partir da observação desses mercados reais, nos quais os bens são efetivamente comercializados. Os dois principais mercados hedônicos são o mercado imobiliário e o mercado de trabalho.

Primeiramente, estimamos a função de preços hedônicos, onde o valor do bem de mercado é a variável dependente e as variáveis explicativas são as características que determinam este preço, incluindo-se a característica ambiental a ser analisada. Em seguida, calculam-se preços implícitos para a variável ambiental de interesse e, finalmente, estima-se a curva de demanda pelo recurso ambiental, empregando-se os preços marginais calculados, a

partir da função hedônica, em uma estimativa da função de disposição marginal a pagar. Tais passos serão um pouco mais detalhados utilizando o mercado de imóveis como exemplo.

Para a formalização do método de preços hedônicos, admite-se que a utilidade de cada indivíduo seja uma função de uma cesta de consumo com preço 1,  $X$ , de um vetor de amenidades ambientais específicas do local,  $Q$ , de um vetor de características estruturais (por exemplo: metragem, número de quartos, garagem etc.) do imóvel,  $S$ , e um vetor de características da vizinhança,  $N$ , do imóvel (por exemplo: índice de violência, qualidade ou existência de hospitais, escolas etc.). Admite-se também que os indivíduos têm informação completa sobre todas as alternativas no mercado, que está em equilíbrio, e que esses indivíduos são livres para escolher entre as alternativas existentes no mercado. Com essas hipóteses, o preço,  $R_h$ , de um imóvel qualquer,  $j$ , é uma função das características estruturais do imóvel,  $j$ , e das características da localidade:

$$R_{hj} = R_h(S_j, N_j, Q_j) \quad (3.4)$$

O indivíduo que ocupa o imóvel,  $j$ , maximiza sua função utilidade,  $u$ , sujeita à sua restrição orçamentária:

$$\begin{aligned} &\text{máx } u(X, S_j, N_j, Q_j) \\ &s.a. \\ &M - R_{hj} - X = 0 \end{aligned} \quad (3.5)$$

A condição de primeira ordem envolvendo uma amenidade ambiental qualquer ( $q$ , um elemento de  $Q$ ) é dada por:<sup>x</sup>

$$\frac{\frac{\partial u}{\partial q}}{\frac{\partial u}{\partial X}} = \frac{\partial R_h}{\partial q} \quad (3.6)$$

Para estimar a função de preços hedônicos,  $R_h$ , é necessário obter dados de preços dos imóveis e de todas as características dos imóveis que sejam relevantes para a formação do preço de mercado. Ao derivarmos parcialmente essa função pelas características, obtêm-se os preços implícitos que, a menos de uma função linear, variarão com o nível das características ambientais. Até aqui, o economista descobriu apenas o custo marginal de um indivíduo médio para aumentar seu nível pessoal de qualidade ambiental. Para que os preços implícitos possam ser considerados custos marginais, a hipótese que está por trás é que todo indivíduo está em equilíbrio no mercado de imóveis, ou seja, que para cada característica, esses indivíduos compraram exatamente a quantidade que iguala seu custo marginal com seu benefício marginal.

O passo seguinte é estimar uma curva de demanda inversa pela quantidade do atributo ambiental, fazendo uma regressão dos valores calculados dos preços implícitos contra vários níveis de qualidade ambiental e características socioeconômicas dos indivíduos. O valor total de uso do recurso ambiental é, então, obtido integrando-se abaixo dessa curva de demanda inversa entre o nível inicial e final do atributo ambiental considerado. Essa medida de bem-estar — o excedente do consumidor marshalliano — reflete a mudança no bem-estar social, a partir de mudanças na qualidade do atributo ambiental analisado.

Algumas hipóteses são implícitas ao método de preços hedônicos, entre elas que os indivíduos podem perceber mudanças na qualidade ou quantidade ofertada do atributo ambiental e que o mercado analisado é competitivo, está em equilíbrio e existe informação perfeita.

É muito comum, em aplicações do método de preços hedônicos, o surgimento de problemas econométricos, como variáveis omitidas na função de preços hedônicos, multicolinearidade entre os atributos do bem de mercado e problemas de especificação funcional da função de preços hedônicos.

### *3.3.1.3 Métodos de custos de reposição e custos evitados*

O método de custo de reposição, como o nome sugere, consiste em estimar o custo de repor ou restaurar o recurso ambiental danificado, por meio de obras ou intervenções de engenharia, de maneira a restabelecer a qualidade ambiental inicial. Este método usa o custo de reposição ou restauração como uma aproximação da variação da medida de bem-estar relacionada ao recurso ambiental.

Como exemplo, pode-se citar o montante gasto na recuperação da qualidade ambiental da Baía de Guanabara, que foi alterada a partir do derramamento de óleo da Petrobras ocorrido em janeiro de 2000. O valor gasto com o tratamento da água e o monitoramento das características ecológicas da baía podem ser encarados como uma aproximação, em termos monetários, de uma parcela do custo social imposto pelo acidente. Não se considera neste exemplo outros custos sociais decorrentes do acidente, como a produção pesqueira perdida, a limitação das atividades recreativas nas praias da região, o mal-estar provocado pelas imagens e notícias do acidente envolvendo a morte de animais e peixes, entre outros.

Os custos de reposição da qualidade ou quantidade de um recurso ambiental somente podem ser considerados aproximações válidas da medida de bem-estar social relacionada ao recurso ambiental se três condições forem satisfeitas: (i) se a intervenção humana ou obra cujos custos se estiver considerando prover o mesmo nível de qualidade ou quantidade do recurso perdido — equivalência entre os serviços; (ii) se a obra ou intervenção em questão for a alternativa de menor custo entre as alternativas possíveis; e (iii) se a sociedade estiver disposta a pagar os referidos custos para repor o serviço ambiental associado ao recurso. Quando essas condições não são satisfeitas, não se pode admitir que os custos de reposição representem o valor econômico associado ao recurso ambiental.

Já o método de custos evitados, também chamado de danos evitados, usa os gastos incorridos para evitar danos econômicos como uma medida do benefício oferecido por um ecossistema. Em outras palavras, esse método estima valores econômicos baseados nos custos ou danos resultantes da perda ou redução de um serviço ecossistêmico. Ou seja, assume-se que se indivíduos na sociedade incorressem nos custos decorrentes da perda do serviço, então este serviço deve valer para a sociedade no mínimo o valor total desses danos. Por exemplo, utilizam-se os potenciais danos causados por enchentes a estruturas (casas, pontes, plantações etc.) como uma aproximação do benefício oferecido por áreas de floresta em beira de rios para a prevenção de enchentes.

Um aspecto positivo dos métodos de custos de reposição e danos evitados é que estes são de fácil aplicação, pois necessitam de poucos dados e recursos financeiros, por geralmente não envolverem pesquisas de campo.

#### *3.3.1.4 Método de gastos defensivos*

Este método, também chamado de abordagem do comportamento defensivo (*averting behavior approach*), procura estimar os gastos que seriam incorridos em bens substitutos para não alterar a quantidade consumida ou a qualidade do recurso ambiental analisado. O bem de mercado, substituto do recurso ambiental, não deve gerar outros benefícios aos indivíduos além de substituir o recurso ambiental analisado e deve ser um substituto perfeito do recurso ambiental. A título de exemplo, podemos citar o valor gasto com a compra de água potável quando o consumo da água de estuário é prejudicado por poluição ou acidente. Ou ainda, o valor gasto com medidas ou equipamentos de segurança para evitar riscos à saúde, que pode ser considerado uma aproximação da disposição a pagar do indivíduo para evitar tais riscos.

Este método parte do princípio de que as pessoas tentam se proteger quando enfrentam riscos ambientais e, dessa maneira, admite por hipótese

que os indivíduos escolhem seus gastos de forma a maximizar suas utilidades, quando confrontados com os riscos ambientais. Em outras palavras, neste método o analista observa os gastos incorridos pelos indivíduos que não teriam sido desembolsados na ausência do risco ambiental. Esses gastos, então, podem ser considerados uma aproximação do benefício econômico das políticas que reduzem o risco ambiental em questão.

Novamente, é um método de fácil e rápida aplicação, pois os dados necessários para sua realização são obtidos a partir da observação de mercados estabelecidos. Entretanto, este método, assim como os outros métodos indiretos, estima apenas valores de uso do recurso ambiental, o que corresponde a apenas uma parcela do valor econômico total do recurso ambiental.

### *3.3.1.5 Abordagem da produtividade marginal*

O método da produtividade marginal é aplicável quando o recurso ambiental analisado é fator de produção ou insumo na produção de algum bem ou serviço comercializado em mercado. Este método visa a achar uma ligação entre uma mudança no provimento de um recurso ambiental e a variação na produção de um bem ou serviço de mercado.

Por exemplo, os custos e os níveis de produção de alguns produtos agrícolas podem ser afetados pela redução da qualidade do solo — propriedades físicas e químicas — afetada pelo aumento da poluição atmosférica. Os efeitos dessa mudança nos custos e na quantidade produzida da *commodity* agrícola serão observados pelos indivíduos no sistema de preços, possivelmente pela observação de preços mais altos no mercado de produtos agrícolas.

Este método de valoração econômica ambiental envolve a estimação de uma função de dano, ou função dose-resposta, que relaciona o dano físico

observado com diferentes níveis de qualidade do recurso ambiental analisado.

Para continuar no exemplo anterior, seria necessário estimar uma função de dano relacionando alguma propriedade que representasse a qualidade do solo, por exemplo, as quantidades dos elementos químicos fundamentais para a fertilidade do solo — potássio, fósforo etc. — com diferentes níveis de poluição atmosférica. Em seguida, relaciona-se o dano físico (redução na qualidade do solo) com a produção da *commodity* agrícola, a partir da função de produção desta. Uma vez identificada a variação na produção em função da variação na qualidade ambiental do solo — que, por sua vez, foi afetada pelo recurso ambiental poluição atmosférica —, pode-se utilizar o preço de mercado do produto agrícola em análise para multiplicar pela quantidade que deixou de ser produzida e, com isso, obter uma parcela do dano ambiental causado pela poluição atmosférica.

Trata-se de um método de valoração econômica ambiental que requer poucos recursos financeiros para sua condução, porém demanda dados geralmente não disponíveis, principalmente para a estimação da função de dano ambiental ou função dose-resposta.

### 3.3.1.6 Teoria do capital humano ou produção sacrificada

A teoria do capital humano supõe que uma vida perdida representa um custo de oportunidade para a sociedade equivalente ao valor presente da capacidade de gerar renda deste indivíduo. Logo, no caso de morte prematura, este valor presente representaria a renda ou a produção perdida, que poderia ser considerada uma aproximação para o valor de uma vida estatística (VVE). Ou ainda:<sup>xi</sup>

$$VVE \Leftrightarrow VPPF_i = \sum_{j=i+1}^{70} \{([(P_i)^j]_1 \cdot [(P_i)^j]_2 \cdot [(P_i)^j]_3) \cdot (Y_i) \cdot \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^{j-i}\} \quad (3.7)$$

em que:

$VPPF_i$  = valor presente da produção ou da renda futura do indivíduo de idade  $i$ ;

$[(P_i)^j]_1$  = probabilidade de que o indivíduo, com idade  $i$ , esteja vivo na idade  $j$ ;

$[(P_i)^j]_2$  = probabilidade de que o indivíduo, com idade  $i$ , esteja na força de trabalho na idade  $j$ ;

$[(P_i)^j]_3$  = probabilidade de que o indivíduo, com a idade  $i$ , esteja empregado com a idade  $j$ ;

$Y_j$  = renda ou produção esperada do indivíduo na idade  $i$ ;

$r$  = taxa de desconto temporal; e

$g$  = taxa esperada de crescimento da renda.

Este método recebe sérias críticas porque, além da elevada sensibilidade a taxas de desconto, só pode ser aplicado com dados demográficos e, conseqüentemente, usa valores médios, não considerando as preferências das pessoas e suas percepções de risco. Os resultados produzidos por este método tendem, então, a produzir estimativas subestimadas da disposição a pagar. Além disso, este é um método controverso do ponto de vista moral e ético, pois leva em conta apenas os indivíduos que estão no mercado de trabalho.

De modo alternativo, a abordagem de disposição a pagar é recomendada para a estimação do valor de uma vida estatística,<sup>xii</sup> definida como a soma dos valores individuais de disposição a pagar para determinada redução do risco de uma morte qualquer na sociedade. Formalmente:

$$VVE = \frac{\sum DAP}{\Delta Risco} \quad (3.8)$$

A título de exemplo, suponha que a probabilidade de cada indivíduo morrer no próximo ano seja de 0,4 % e que existam 1.000 pessoas na população. Admita que exista uma política que reduzirá este risco para 0,3 %, ou seja, uma mudança de 0,1 %. Cada pessoa é solicitada a informar sua disposição a pagar por esta mudança no risco de morte e suponha que a resposta de cada indivíduo seja R\$ 1.000,00. Isto é, a DAP agregada é de R\$ 1 milhão. A mudança no risco resultará em uma vida estatística sendo salva por ano ( $1.000 \times 0,1 \%$ ). Logo, o VVE é de R\$ 1 milhão neste exemplo.<sup>xiii</sup>

### **3.3.2 Métodos diretos**

Os métodos de valoração diretos procuram inferir as preferências individuais por bens ou serviços ambientais a partir de perguntas formuladas diretamente às pessoas, e estas estabelecem suas preferências em relação ao recurso ambiental. Daí serem classificados como métodos diretos. Apresentamos aqui os principais.

#### *3.3.2.1 Valoração contingente*

O método de valoração contingente consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados. Especificamente na valoração econômica ambiental, pergunta-se às pessoas o quanto elas avaliam situações hipotéticas envolvendo uma mudança em quantidade ou qualidade de um recurso ambiental. São criados mercados hipotéticos do recurso ambiental — ou cenários envolvendo mudanças no recurso — e as pessoas expressam suas preferências através da disposição a pagar para evitar a alteração na qualidade ou quantidade do recurso ambiental.<sup>xiv</sup>

A grande vantagem do método de valoração contingente sobre os demais métodos de valoração econômica ambiental é que este método é o único que permite a estimação de valores de não uso ou de existência. Isto porque não se pode observar o comportamento dos indivíduos em mercado correlato ao do recurso ambiental, mas se cria um cenário hipotético, no qual os indivíduos expressam suas preferências, e este cenário não precisa estar relacionado ao uso ou ao conhecimento prévio do recurso ambiental pelos indivíduos. Dessa forma, podem-se obter as preferências individuais sobre recursos ambientais que nunca foram ou serão utilizados pelas pessoas, o que caracteriza o valor de não uso ou valor de existência.

O que se busca obter com um questionário de valoração contingente é a disposição máxima a pagar dos entrevistados pelo bem hipotético em questão (por exemplo: um ganho de qualidade ou quantidade na provisão de um recurso ambiental, como, digamos, uma melhora na qualidade do ar ou da água). Em outras palavras, o quanto o indivíduo abre mão de sua renda para obter o bem hipotético de modo a manter sua utilidade constante. Formalmente:

$$U(X, Y) = U(X, E, Y - DAP) \quad (3.9)$$

em que:

$X$  = cesta de bens de consumo;

$Y$  = renda do indivíduo; e

$E$  = bem ou recurso ambiental valorado.

Entretanto, na literatura, há vários problemas metodológicos associados à aplicação do método de valoração contingente. Muitos economistas discutem inclusive a validade dos resultados obtidos com esta técnica. Não é o propósito do capítulo discutir todos esses problemas, mas

os principais tipos de problemas (possíveis vieses) encontrados estão aqui referidos.

*O viés estratégico* está relacionado fundamentalmente à percepção dos entrevistados acerca da obrigação de pagamento e às suas perspectivas quanto à provisão do recurso em questão. *O viés hipotético está relacionado com o comportamento* dos indivíduos, que podem entender que não sofrerão custos, visto que se trata apenas de uma situação hipotética. *O problema da parte-todo* trata da dificuldade do indivíduo em distinguir o bem específico (“parte”: uma área de floresta Amazônica) de um conjunto mais amplo de bens (“todo”: toda a floresta Amazônica). *O viés da informação* refere-se à interferência da informação dada nos cenários hipotéticos na resposta recebida e *o viés do entrevistador* está relacionado à forma como o entrevistador se comporta. *O viés do instrumento de pagamento* existe quando os indivíduos não são totalmente indiferentes em relação ao veículo de pagamento associado à disposição a pagar.

Parte da dificuldade com valoração contingente é que as perguntas são estritamente hipotéticas e, por isso, os entrevistados não pensam muito a respeito das perguntas, conseqüentemente não dando a resposta que dariam se realmente tivessem que pagar pelo recurso ambiental.

Com o intuito de propor procedimentos e técnicas econométricas que tratem o máximo de vieses e, assim, dar maior credibilidade ao método de valoração contingente, o governo dos Estados Unidos da América (EUA) organizou o *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA's Panel)*<sup>xv</sup>. Nesse painel, vários economistas deram seus pareceres sobre a validade dos resultados obtidos com a aplicação do método, objetivando discutir todos os procedimentos à luz das teorias econômica e estatística. O painel NOAA elaborou diversas recomendações para a aplicação do método de valoração contingente.

Resumidamente, uma aplicação de valoração contingente pode ser dividida em estágios. O primeiro seria a formação do mercado hipotético ou

cenário a ser proposto ao entrevistado. Neste estágio, prepara-se o questionário descrevendo o recurso ambiental a ser analisado e aplica-se esse questionário em pesquisa-piloto, de maneira a testar a compreensão das perguntas elaboradas. Em seguida, realiza-se a pesquisa de campo com aplicação de questionários para a obtenção das disposições individuais a pagar pelo cenário exposto. Finalmente, estima-se a disposição média a pagar a partir de técnicas econométricas e multiplica-se pela população-alvo da pesquisa.

### *3.3.2.2 Modelagem de escolhas*

No método de modelagem de escolhas (*choice model*), também conhecido como ordenação contingente (*contingent ranking*) ou análise conjunta (*conjoint analysis*), os indivíduos recebem um conjunto de cartões, cada qual descrevendo uma situação diferente ou alternativas hipotéticas, com respeito ao recurso ambiental e outras características que seriam argumentos na função utilidade do entrevistado. Tem-se, por exemplo, o nível de congestionamento e a taxa de admissão de um parque. As pessoas são chamadas a organizar seus cartões em ordem de preferência e os valores relativos aos recursos podem ser inferidos a partir desse ordenamento contingente, utilizando-se as taxas marginais de substituição entre qualquer das características e o recurso ambiental. Se algum dos outros bens ou características tiver preço de mercado, então é possível calcular a disposição a pagar do entrevistado pelo recurso ambiental.

Este método é aplicável em situações em que o cenário hipotético poderia ser pouco compreendido pelos entrevistados — comunidades com pouca ou nenhuma inserção na economia de mercado, como indígenas, por exemplo. A lógica para sua utilização é que as pessoas teriam mais facilidade em expressar suas preferências, por meio da ordenação de bens e serviços usuais nos seus cotidianos do que em termos monetários.

### 3.3.3 Técnicas de transferência de benefícios<sup>xvi</sup>

A *transferência de benefícios ambientais* é definida como a transposição de valores monetários relacionados a um recurso ambiental, estimados em determinado lugar, a partir de técnicas consagradas de valoração econômica ambiental, para outro lugar ou ambiente em estudo, considerando-se nesse procedimento as diferenças socioeconômicas entre os dois locais em análise. A hipótese por trás da transferência de benefícios é a de que existe um tipo similar de comportamento das pessoas em relação ao recurso ambiental refletido nos valores revelados ou expressados pelas pessoas nas técnicas de valoração econômica ambiental.

A principal razão para usar resultados de pesquisas anteriores em outro local, ou mesmo em outro contexto, é a redução dos custos de pesquisa. Aplicar resultados de pesquisas já realizadas a situações de decisões similares constitui uma alternativa interessante, quando comparada à elaboração de outra pesquisa original. Esse procedimento pode economizar recursos, como tempo e dinheiro, e gerar resultados mais rapidamente. Ou, em última análise, serve para comparar os resultados obtidos em uma nova pesquisa com os resultados de pesquisas semelhantes realizadas em outras situações ou lugares.

Alguns critérios devem ser observados de maneira a tornar a transferência de benefícios válida. Primeiro, os estudos considerados para transferência devem ser baseados em dados adequados, métodos consagrados de valoração econômica e em técnicas empíricas corretas. Além disso, as regressões devem expor a medida de bem-estar como função de variáveis explicativas relevantes. Segundo, os lugares envolvidos devem ter populações similares, tanto em tamanho quanto em características sociais.

Os métodos de transferência de benefícios podem ser divididos em dois tipos de abordagens: (i) a *abordagem da transferência unitária de benefícios*, que envolve as técnicas de transferência simples dos benefícios

estimados em outro estudo (*single-point transfer*) ou a transferência de benefícios com ajuste de renda; e (ii) a *abordagem de função de transferência*, que inclui as técnicas de metanálise e função (regressão) de transferência.

### *3.3.3.1 Transferência unitária simples ou direta*

Esta técnica simplesmente usa uma única estimativa (ou uma média de várias estimativas, caso vários estudos estejam disponíveis) gerada em um contexto ou local específico (local de estudo) como válida em outro contexto ou local de análise. Admite-se que a medida de bem-estar de um indivíduo médio do local do estudo original equivale à medida de bem-estar de um indivíduo médio do local de análise.

Uma limitação evidente desta técnica é que os indivíduos do local do estudo original podem ter características socioeconômicas muito diferentes dos indivíduos do local em análise, para o qual o benefício será transferido. Se essas diferenças socioeconômicas afetarem a estrutura de preferências dos indivíduos em questão, então a técnica de transferência unitária simples acarretará estimativas inadequadas para o local de análise.

### *3.3.3.2 Transferência unitária com ajuste de renda*

A técnica de transferência unitária com ajuste de renda admite por hipótese que o valor da medida de bem-estar para o local de análise pode ser estimado mediante o ajuste entre os diferenciais de renda entre os locais onde o estudo original foi desenvolvido (local de estudo) e o local para onde o benefício vai ser transferido (local de análise), levando-se em consideração a elasticidade-renda da demanda pelo bem ambiental em questão. Formalmente:

$$B_p = B_s \cdot \left( \frac{Y_p}{Y_s} \right)^\beta \quad (3.10)$$

em que  $B_p$  é o benefício no local de análise;  $B_s$  é o benefício original estimado no local do estudo;  $Y_p$  e  $Y_s$  representam os níveis de renda nos locais de análise e estudo, respectivamente; e  $\beta$  é a elasticidade-renda da demanda pelo recurso ambiental.

É recomendável que o analista que for utilizar esta técnica use estimativas de renda *per capita* ajustadas pela paridade do poder de compra nos locais de estudo e análise, bem como teste várias estimativas de elasticidade-renda da demanda pelo bem ambiental, uma vez que medidas de bem-estar relacionadas a ativos ambientais podem não variar proporcionalmente à renda. Se o analista admitir a elasticidade-renda da demanda igual à unidade, então a medida de bem-estar transferida para o local de análise variará em função do diferencial de renda entre os locais de estudo e análise, enquanto se o analista admitir elasticidade-renda da demanda igual a zero, ele estará admitindo que nenhum ajuste de renda será necessário.

### 3.3.3.3 Função de transferência

A técnica de transferência de benefícios com uso de uma função de transferência envolve a estimação de uma função da medida de bem-estar (por exemplo: disposição a pagar) que relaciona a medida de bem-estar (variável dependente) com um conjunto de características do estudo. Ou seja, esta técnica utiliza um modelo que relaciona estatisticamente medidas de bem-estar com características do local de estudo e do recurso ambiental sendo valorado. Uma vez obtida esta função de benefícios,  $B$ , utilizam-se os parâmetros da função,  $\beta$ ,  $\lambda$ , e os respectivos valores médios das variáveis no modelo obtidos para o local de análise, inferindo-se, então, o valor do benefício transferido para o local de análise. A função de transferência (de medida de bem-estar) tem o seguinte formato genérico:

$$B = \alpha + \sum_i \beta_i \cdot S_i + \sum_j \lambda_j \cdot E_j + \varepsilon \quad (3.11)$$

em que:

$S_i$  = vetor de  $i$ , características do estudo original que gerou a estimativa de bem-estar (por exemplo: metodologia utilizada — método de valoração, tamanho da amostra etc.; e características da população — idade, educação e renda médias, percentual de mulheres etc.); e

$E_j$  = vetor de  $j$ , características do recurso ambiental que foi valorado (por exemplo: área).

A vantagem de se utilizar uma função de transferência de benefícios em relação à transferência unitária (simples ou com ajuste de renda) refere-se ao uso de mais informações no processo de transferência. Geralmente, estudos de valoração que utilizam dados amostrais obtidos em pesquisas de campo disponibilizam a função da medida de bem-estar,  $B$ , cabendo ao analista que vai transferir o benefício para outro contexto ou local obter os valores representativos das variáveis utilizadas na função para o local de análise e então obter o valor transferido por inferência.

#### *3.3.3.4 Função de transferência — metanálise*

A *metanálise* é definida como o levantamento estatístico das relações entre as estimativas de benefícios (medidas de bem-estar) e as características quantificáveis de vários estudos que geraram as estimativas das medidas de bem-estar (benefícios). É adotada quando os resultados de vários estudos de avaliação, desenvolvidos em diferentes locais de estudo, são utilizados para estimar uma função de transferência de benefício única. Em metanálise, vários estudos são analisados como um grupo e cada resultado destes estudos é uma observação em uma análise de regressão. Os dados usados para uma metanálise são tipicamente estatísticas de resumo do estudo, que incluem características da população de usuários, dos recursos ambientais do local de estudo e da metodologia de avaliação utilizada.

A metanálise permite que os analistas avaliem a influência de uma gama maior de estudos, populações, características ambientais e os pressupostos de modelagem sobre as estimativas do benefício em questão. As equações de regressão resultantes podem, então, ser usadas para prever um valor do benefício ajustado para o local de análise, dada a disponibilidade de dados sobre as variáveis independentes utilizadas nas regressões para o lugar analisado. Em metanálises, a medida de bem-estar é a variável dependente, e as características ambientais e da amostra de usuários formam as variáveis independentes.

Essas funções também incluem características metodológicas dos estudos originais, tais como o formato de elicitação, veículos de pagamento e taxas de resposta em caso de estudos de aplicação de métodos de preferência declarada como a valoração contingente. No entanto, essas variáveis metodológicas não são particularmente úteis na previsão de estimativas de bem-estar para bens ambientais, especialmente na transferência de benefícios internacionais, caso se assuma heterogeneidade entre países nas preferências para bens ambientais.

Para aumentar a aplicabilidade da metanálise no que se refere à transferência de benefícios, os analistas devem selecionar estudos originais metodologicamente muito semelhantes entre si, isolando os efeitos do local de estudo e as características da população sobre as estimativas.

### **3.4 CONCLUSÕES**

A valoração econômica ambiental é uma ferramenta fundamental para a formulação e avaliação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos ambientais. Neste capítulo, procura-se descrever os principais conceitos da valoração econômica ambiental, algumas questões metodológicas envolvidas e os principais métodos utilizados. Cada método de valoração econômica ambiental tem

suas peculiaridades, vantagens e desvantagens, cabendo ao analista que pretende aplicá-los identificar aquele que melhor atende suas necessidades de avaliação, restrito à limitação de dados e recursos.

O valor econômico dos bens ambientais, como visto neste capítulo, consiste na soma de seu valor de não uso, ou valor de existência, com seu valor de uso, que, por sua vez, é composto pelos valores de uso direto, indireto e de opção. Dentre as peculiaridades mencionadas de cada metodologia, está a questão de sua capacidade ou não de mensurar cada um desses valores. Além disso, como a análise custo-benefício, no que concerne aos recursos ambientais, possui um cunho intergeracional, e, portanto, intertemporal, faz-se necessária uma agregação temporal dos custos e benefícios associados à mudança no fluxo ou estoque do bem ou serviço ambiental. Essa agregação é feita por meio de uma taxa de desconto intertemporal que vai refletir as preferências da geração atual com relação às gerações futuras. Quanto maior a taxa de desconto, maior a preferência pelo presente, em detrimento das gerações futuras.

Entretanto, uma questão que tem se mostrado relevante à valoração econômica ambiental é o altruísmo, por meio do qual o bem-estar de um indivíduo ou grupo de indivíduos é afetado pelas variações de bem-estar de outro(s) indivíduo(s). Há economistas que argumentam que este fenômeno deveria ser incorporado nas análises custo-benefício, para se obter medidas mais apuradas.

Neste capítulo, optou-se por classificar os métodos de valoração entre os métodos diretos e indiretos. Os métodos indiretos inferem o valor econômico dos recursos ambientais a partir de mercados relacionados ao recurso, ou seja, mercados de bens complementares ou substitutos do mesmo. Foram apresentados os seguintes métodos indiretos: Método dos Custos de Viagem, Método dos Preços Hedônicos, Métodos de Custos de Reposição e Custos Evitados, Método dos Gastos Defensivos, da Produtividade Marginal e a Teoria do Capital Humano ou Produção

Sacrificada. Uma limitação importante que este grupo de métodos apresenta é o fato de mensurar apenas valores de uso, de forma que pode haver subestimação do valor econômico total dos recursos tratados.

Já os métodos diretos tratam de inferir as preferências individuais por meio de perguntas feitas diretamente aos agentes, de modo que os mesmos estabeleçam suas preferências com relação aos recursos, uma vez confrontados com cenários e mercados hipotéticos. Têm como principais métodos o Método da Valoração Contingente e a Modelagem de Escolhas, sendo que o Método da Valoração Contingente é, dentre todos os métodos apresentados, o único a estimar o valor de não uso dos recursos.

Por fim, faz-se necessária uma análise das metodologias de transferência de benefícios, ou transposição dos valores monetários de um recurso em determinada localidade para recursos semelhantes, porém em outros locais, com distintas características socioeconômicas. Parte-se da premissa de que existe um padrão de comportamento dos agentes no que se refere aos recursos ambientais, e isso se reflete nos valores monetários revelados pelos métodos de valoração. A principal vantagem das técnicas de transferência de benefícios é a economia de recursos da pesquisa, tais como tempo e recursos financeiros.

Há de se avaliar, portanto, para a escolha do método mais apropriado de valoração econômica de um recurso ambiental, todas essas questões apresentadas, ponderando-as em função da disponibilidade de recursos de pesquisa, dados, hipóteses que se pretende adotar e situações encontradas na economia em que o recurso natural está inserido.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Agregação de medidas de bem-estar:** devem-se incluir na análise as preferências da geração atual em relação ao benefício ambiental no presente, bem como as preferências desta em relação aos benefícios futuros. Da mesma forma, custos incorridos no presente e no futuro

devem ser refletidos na tomada de decisão. Ou seja, é necessário agregar temporalmente custos e benefícios associados à mudança no fluxo ou estoque do bem ou serviço ambiental. Essa é a racionalidade para o uso do desconto temporal na análise custo-benefício envolvendo recursos ambientais.

- **Métodos diretos de valoração:** os métodos de valoração diretos procuram inferir as preferências individuais por bens ou serviços ambientais a partir de perguntas formuladas diretamente às pessoas, e estas estabelecem suas preferências em relação ao recurso ambiental. Daí serem classificados como métodos diretos.
- **Métodos indiretos de valoração:** os métodos de valoração indiretos são aqueles que inferem o valor econômico de um recurso ambiental a partir da observação do comportamento dos indivíduos em mercados relacionados com o ativo ambiental, sejam estes de bens complementares ao consumo do recurso ambiental ou de bens substitutos ao mesmo.
- **Valor econômico total:** o valor econômico total de um recurso ambiental compreende a soma dos valores de uso e do valor de existência do recurso ambiental, este último algumas vezes também chamado de valor de não uso. Valores de uso compreendem a soma dos valores de uso direto, valores de uso indireto e valores de opção.
- **Valoração econômica ambiental:** busca avaliar o valor econômico de um recurso ambiental a partir da determinação do quê é equivalente, em termos de outros recursos disponíveis na economia, que se estaria (seres humanos) disposto a abrir mão de maneira a obter uma melhoria de qualidade ou quantidade do recurso ambiental. Em resumo, a valoração econômica de recursos ambientais é uma análise de *trade-offs*.

## QUESTÕES

- 3.1 Qual a importância de se valorar economicamente os recursos ambientais? O valor econômico é um valor intrínseco ou instrumental?
- 3.2 Qual a principal ferramenta utilizada para agregação intertemporal das medidas de bem-estar? Quais as principais questões relacionadas à utilização desta ferramenta na valoração econômica ambiental?
- 3.3 O valor da manutenção da biodiversidade para a proteção de bacias hidrográficas, para a preservação do *habitat* de espécies migratórias, para a estabilização climática e para o sequestro de carbono é, para o agente econômico, um valor de uso indireto ou um valor de existência? Por quê?
- 3.4 O valor que um agente econômico atribui à preservação de recursos hídricos como águas subterrâneas, para que possam hipoteticamente suprir a falta de águas superficiais no futuro, refere-se a qual parcela do valor econômico total desses recursos? Explique.
- 3.5 Quais as principais diferenças entre os métodos diretos e indiretos de valoração e quais as principais vantagens e limitações de cada grupo de métodos?

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i *Trade-offs*, na literatura econômica, caracterizam situações de escolha entre opções excludentes, conflitantes, em especial no que se refere à obtenção de bem-estar.
- ii Para uma revisão completa da teoria sobre mudanças em medidas de bem-estar, ver FREEMAN (2003), capítulo 3.
- iii MOTTA, R. S. da. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, set. 1997.
- iv Para uma leitura mais detalhada sobre o tema, o leitor pode referir-se a MAC-KNIGHT, V. *Aplicação do método de valoração contingente*

*para estimar o altruísmo paternalístico na valoração de morbidade em crianças devida à poluição do ar em São Paulo*. Programa de Planejamento Energético, 2008. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ (Dissertação de Mestrado).

v De maneira geral, tanto a estrutura do mercado — monopólio, oligopólio, cartel, em concorrência perfeita etc. — quanto à existência ou não de substitutos não alteram este ponto de vista.

vi HOTELLING, H. Letter. In: *An economic study of the monetary evaluation of recreation in the national parks*, Washington, DC: National Park Service, 1949.

vii ORTIZ, R.; MOTTA, Ronaldo Seroa da; FERRAZ, C., 2000.

viii FREEMAN, 2003.

ix Este nome é uma referência ao Hedonismo, corrente filosófica ou doutrina que considera que o prazer individual e imediato é o único bem possível, princípio e fim da vida moral.

x  $L(.) = u(.) - \lambda \cdot (M - Rh - X)$

$$\text{c.p.o.: } \frac{\partial L}{\partial q} = \frac{\partial u}{\partial q} - \lambda \cdot \frac{\partial Rh}{\partial q} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial L}{\partial X} = \frac{\partial u}{\partial X} - \lambda = 0 \Rightarrow \lambda = \frac{\partial u}{\partial X}$$

$$\text{Substituindo, temos: } \frac{\partial u}{\partial q} = \frac{\partial u}{\partial X} \cdot \frac{\partial Rh}{\partial q}$$

xi MENDES, A. P. *Uma avaliação do impacto ambiental no Brasil: poluição do ar e mortalidade*. 1993. Rio de Janeiro: UFRJ (Dissertação de Mestrado).

xii ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A.; HUNT, A. Willingness to Pay for Mortality Risk Reduction Associated with Air Pollution in Sao Paulo. *Revista Brasileira de Economia (RBE)*, 63(1), 2009. p. 3-22.

xiii PEARCE, D. Valuing statistical lives. *Planejamento e políticas públicas*, 18, 1998.

xiv Alternativamente, podemos perguntar ao indivíduo sobre sua disposição a aceitar (DAA) alterações no recurso ambiental. Essa alternativa tende a obter valores mais altos da preferência individual,

porque o sujeito não está limitado por uma restrição orçamentária, como acontece quando solicitamos sua disposição a pagar.

- xv Após o derramamento de óleo bruto do petroleiro Exxon Valdez, no Alasca, o governo dos EUA aplicou o método de valoração contingente com o objetivo de avaliar os danos e obrigar a Exxon Corporation a indenizar suas vítimas.
- xvi Para uma leitura mais detalhada sobre o tema, o leitor pode referir-se a NAVRUD, S. Value transfer and environmental policy. In: TIETENBERG, T.; FOLMER, H. (Ed.). *The international yearbook of environmental and resource economics 2004/2005: a survey of current issues*. London: Edgar Elgar Publishers, 2004.

# Economia da Energia

# 4

Thauan Santos  
Esperanza González  
Renan Silverio  
Alexandre Szklo

*“A reflexão mostrará que não devemos pensar em interferir no livre uso da riqueza material que a Providência (divina) colocou à nossa disposição, mas que os nossos deveres consistem inteiramente no uso sério e sábio dos mesmos. Podemos usá-lo, por um lado, aumentando luxo, ostentação e corrupção, e seremos responsabilizados. Podemos usá-lo, por outro lado, elevando a condição social e moral das pessoas, ao reduzir os encargos das gerações futuras. Mesmo que nossos sucessores sejam colocados em uma situação menos feliz do que a nossa, eles não nos poderão culpar.”*

(Jevons, *The Coal Question*, 1865)

## 4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem o enorme desafio de sintetizar de forma didática conceitos básicos de economia da energia, aplicando-os, quando pertinente, a exemplos para o caso brasileiro. Em linhas gerais, inicia-se o capítulo com a economia dos recursos não renováveis, aplicada ao caso das fontes combustíveis fósseis, especialmente o petróleo. Neste caso, o mote principal é esclarecer com precisão os conceitos de recurso e reserva,

inclusive suas subdivisões, e os aplicar brevemente nos modelos clássicos de Hotelling e Hubbert, a fim de introduzir o problema central, clássico, dos recursos energéticos, que é a sua escassez.

Na Seção 4.3, introduzem-se também de forma sintética as definições básicas de estruturas de mercado, que permitirão entender não só o problema da regulação de segmentos da cadeia energética com a estrutura de monopólio, como também a discussão sobre o mercado de petróleo e a aderência (ou não) da atuação da OPEP ao conceito de cartel (ou de oligopólio à la Stackelberg). Finalmente, na Seção 4.4, discute-se, além da atuação da OPEP, como se organizou e se organiza a indústria internacional de petróleo, com ênfase na discussão da precificação de óleos marcadores.

Assim, de uma discussão sobre recursos naturais não renováveis, que nos leva ao problema da escassez, evolui-se para o entendimento das estruturas de mercado (e sua regulação) associadas à indústria de energia, até a discussão do mercado da ainda principal fonte primária de energia (petróleo) do mundo (e mesmo do Brasil), buscando-se tanto distinguir as formas de interpretar a atuação da OPEP quanto avaliar como a precificação do petróleo se dá através de óleos marcadores e da expectativa de agentes sobre sua eventual escassez futura.

## **4.2 ECONOMIA DOS RECURSOS NÃO RENOVÁVEIS**

A presente seção apresentará, primeiramente, definições relacionadas com reservas, recursos e últimos recursos recuperáveis (URR). Essas definições serão necessárias para entender a regra de Hotelling, que trata da extração ótima de recursos exauríveis, assim como a abordagem clássica de Hubbert, usada para a modelagem da descoberta e, por extensão, da produção de petróleo.

### 4.2.1 Algumas definições<sup>i</sup>

Os recursos naturais são todos aqueles que o ser humano encontra no ambiente natural e que podem ser usados para seu benefício ou para suportar as atividades desenvolvidas pelas sociedades. Dentro da escala de tempo antrópica e considerando a Terra como o volume de controle da análise (isto é, não se considera que boa parte da energia disponível no sistema Terra deriva de um processo irreversível que ocorre no Sol, por um intervalo de tempo maior do que o das sociedades humanas), podem-se dividir os recursos em renováveis e não renováveis. Os primeiros são aqueles que se regeneram no tempo de vida socioeconômico e diante de um volume de controle limitado à Terra. Já os recursos não renováveis são aqueles cuja velocidade de reposição é nula ou quase nula, pelo menos para a percepção humana. De fato, se se ampliar a perspectiva temporal da análise, neste caso, para dezenas ou centenas de milhões de anos, seria possível aproximar que mesmo recursos fósseis seriam aparentemente renováveis. Mas, novamente, tal análise não se coaduna com a escala de tempo da economia dos recursos naturais, que trata do seu uso e conversão nas sociedades humanas.

As reservas constituem uma parte dos recursos naturais, ou seja, um subconjunto dos mesmos. As reservas são definidas, *grosso modo*, como aquela porção de recursos econômica e tecnicamente viável de ser recuperada, no momento de sua determinação. Na verdade, existem duas abordagens para a delimitação de reservas: uma determinista, que classifica as reservas em medidas, indicadas e inferidas,<sup>ii</sup> e outra probabilista, que considera as reservas conforme probabilidades ou graus de incerteza quanto à quantidade mínima de recursos passível de ser recuperada.

Com efeito, a estimativa de reservas é incerta, ou seja, independentemente da abordagem, os dados disponíveis são limitados e várias suposições, e mesmo analogias, são usualmente adotadas. Não obstante, para lidar com tais incertezas, no momento de sua determinação,

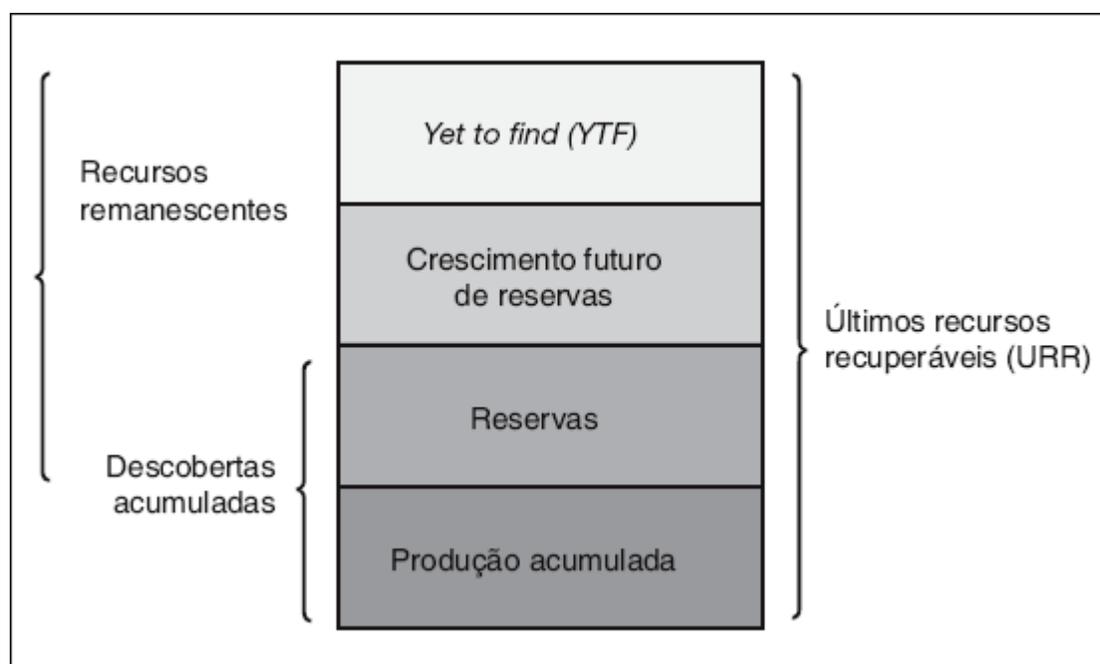
as reservas são classificadas pela Society of Petroleum Engineers<sup>iii</sup> (SPE) e pelo World Petroleum Council<sup>iv</sup> (WPC) assim:

- Reservas Provadas (1P): denota-se como o volume mínimo suscetível de ser técnica e economicamente recuperado com 90 % de certeza;
- Reservas Provadas + Prováveis (2P): denota-se como o volume mínimo suscetível de ser técnica e economicamente recuperado com 50 % de certeza;
- Reservas Provadas + Prováveis + Possíveis (3P): denota-se como o volume mínimo suscetível de ser técnica e economicamente recuperado com 10 % de certeza.

Por fim, definir-se-ão os URR. Este conceito talvez seja o mais difícil de abordar devido às múltiplas interpretações de diversos especialistas e organizações. As definições vão desde a mais otimista até a mais pessimista. Alguns consideram os URR como fixos, de acordo com dados físicos e geológicos, outros ponderam fatores como o crescimento no conhecimento, os avanços tecnológicos e as mudanças econômicas na estimação dos URR. De forma geral, os URR são definidos como aquelas quantidades de recurso natural, estimadas durante o ciclo de vida de um poço ou jazida, passíveis de serem potencialmente recuperáveis de uma acumulação, somadas à quantidade que já foi produzida. Nesse sentido, os URR podem ser desagregados geralmente em três categorias: produção acumulada, reservas (inclui o crescimento delas) e recursos não descobertos.

A Figura 4.1 esquematiza os componentes dos URR. O primeiro componente corresponde às descobertas acumuladas (produção acumulada + reservas), já os outros dois componentes são o crescimento futuro das reservas em campos conhecidos e o volume de óleo a ser extraível estimado em campos a descobrir, este último frequentemente conhecido como *yet-to-find* (YTF).

A fim de ilustrar o cálculo dos URR, mostra-se como exemplo a estimativa feita para a construção de cenários de produção de petróleo na Colômbia.<sup>v</sup> Neste caso, a produção acumulada foi desagregada por bacias, objetivando captar a diferença na dinâmica de produção da bacia com a maior parcela da produção (Llanos Orientales 75 %) e as demais bacias produtoras. Observa-se que apenas foi possível obter informação de reservas 2P para o ano 2013. Já com relação ao crescimento esperado das reservas, não se obteve informação, razão pela qual esta variável foi desconsiderada para o cálculo dos URR. Entende-se o recurso recuperável como os recursos YTF; esta informação foi obtida de um estudo da Agência Nacional de Hidrocarbonetos da Colômbia.<sup>vi</sup> Ressalta-se que apenas são mostrados os resultados do cálculo dos URR para o cenário pessimista. No caso do cenário mais otimista, foram consideradas as reservas 3P e o recurso recuperável foi afetado por um fator de recuperação e risco geológicos diferentes aos considerados no estudo precitado.



**FIGURA 4.1** Componentes de últimos recursos recuperáveis (URR). Fonte: Brandt (2013).

**TABELA 4.1**

Estimativa de URR (milhões de barris)

	<b>Llanos Orientales</b>	<b>Outras bacias</b>
Produção acumulada	4.312	4.223
Recurso recuperável	892	13.552
Reservas 2P ano 2013	1.817	1.227
<b>URR cenário 1</b>	<b>7.021</b>	<b>19.002</b>

Fonte: González *et al.*, 2015.

### 4.2.2 Regra de Hotelling

Hotelling desenvolveu a chamada Teoria Clássica dos Recursos Naturais Não Renováveis, devido à observação de que o consumo deste tipo de recurso não coincidia com o valor real que este possuía. Por sua própria definição, estes recursos são finitos. Logo, sua precificação não deveria corresponder apenas aos custos marginais de extração, pois esta seria menor do que a que Hotelling entendia como o ideal.<sup>vii</sup>

Em linhas gerais, simplificando, a extração de um recurso exaurível hoje implica sua não extração no futuro, ou seja, um recurso exaurível representa uma reserva de valor econômico. Este fato também pode ser entendido como a existência de um custo de oportunidade de extração do recurso e, portanto, para esse tipo de recurso deveria existir algum gerenciamento no intuito de desacelerar a rápida taxa de produção.

Assim, o problema levantado por Hotelling (1931) passa a ser: qual o ritmo de extração que maximiza o retorno da exploração de um recurso, dado que a propriedade do mesmo é definida e que sua quantidade é fixa e

conhecida? Nesse sentido, coloca-se um problema intertemporal de maximização de VPL de extração, sujeito à quantidade de recurso existente.<sup>viii</sup>

$$\underset{q_t}{\text{Máx}} VPL = (p_0 * q_0 - c_0) + (p_1 * q_1 - c_1) * \left(\frac{1}{1+r}\right) + \dots + (p_r * q_r - c_r) * \left(\frac{1}{1+r}\right)^T \quad (4.1)$$

$$\text{s.a.} \sum_{t=0}^T q_t = S \quad (4.2)$$

em que:

$VPL$  = valor presente líquido do recurso exaurível;

$q_t$  = quantidade extraída, em  $t$ ;

$p_t$  = preço do recurso, em  $t$ ;

$c_t$  = custo de extração do recurso, em  $t$ ;

$r$  = taxa de desconto;

$S$  = quantidade total do recurso.

A regra de Hotelling indica que a estratégia de extração ótima (que maximiza o VPL) é aquela em que se deve extrair a uma taxa que faça com que o preço do recurso exaurível cresça à taxa de desconto. Dessa forma, como os recursos naturais não geram receitas enquanto estiverem no solo, na situação de equilíbrio o valor de depósito tem de crescer a uma taxa igual à taxa de juros do mercado.

$$\frac{\dot{P}_t}{P_t} = r \quad (4.3)$$

A estratégia de exploração ótima de um recurso exaurível deve considerar a comparação com outros ativos econômicos e os aspectos

intertemporais, expressados na taxa de desconto. Nesse sentido, o custo de uso de um recurso exaurível representa um custo de oportunidade intertemporal.

A primeira abordagem, clássica, que corresponde às equações antes escritas, assume como premissas: a propriedade privada dos recursos exauríveis; as empresas ou produtores atuando em concorrência perfeita; o volume do recurso conhecido e inalterado ao longo do tempo ( $S$  fixo); a demanda pelo recurso exaurível decrescente com o preço constante com o tempo e esgotável após o fim do recurso, em  $t$ ; o custo marginal de extração,  $c$ , constante; e, por fim, a taxa de preferência intertemporal do produtor igual à taxa de juros do mercado, que é constante.

Assim, quando confrontada à indústria petrolífera mundial, a análise básica hotelliana, apesar de suas virtudes conceituais, depara-se com três grandes limitações.<sup>ix</sup> A primeira está relacionada à premissa de custos marginais constantes.<sup>x</sup> Em atividades como a produção de petróleo, esta premissa não se cumpre, justamente pelo fato de que, à medida que os poços são explorados, apresenta-se uma perda de pressão que faz com que cada unidade marginal de óleo a ser retirada seja mais difícil e, portanto, mais custosa. Mais do que isso, a premissa de Hotelling, que considera que as primeiras explorações devem corresponder àquelas com menor custo de extração, não é condizente com a realidade, devido às estratégias comerciais das empresas e a questões geopolíticas relacionadas com a própria geologia das bacias. A segunda limitação refere-se à inovação tecnológica. O progresso técnico deveria conduzir a novas formas de produção e uso de recursos de petróleo. Além disso, em face de um cenário de preçosteto, o petróleo poderia ser substituído por outra opção energética ou mesmo ter seus derivados convertidos mais eficientemente em serviços energéticos: a chamada *backstop technology*. Por fim, a terceira e mais controversa limitação da modelagem proposta por Hotelling é o fato de as reservas serem conhecidas desde o começo da produção. Tal como foi

enunciado na Seção 4.2.1, o conceito de reserva é dinâmico no tempo; pode, portanto, mudar em decorrência de mudanças nos preços, novas tecnologias e aprimoramento do conhecimento geológico.

### 4.2.3 Abordagem clássica de Hubbert

Ao observar as curvas de produção de energéticos, tais como urânio, carvão e petróleo no mundo e nos Estados Unidos, Hubbert descobriu que estas cresciam lentamente no começo, depois a taxa de crescimento era mais rápida até atingir o ponto de inflexão, e logo a curva se tornava côncava ao descender.<sup>xi</sup> Este modelo ganhou notoriedade, quando, de fato, no ano de 1970, a produção de petróleo dos Estados Unidos (exceto Alasca) atingiu o máximo valor daquele período, resultado que já tinha sido previsto por Hubbert em 1956.

O modelo clássico de Hubbert corresponde à formulação baseada na observação de que a oferta de um recurso é finita e a tendência da taxa de produção é inicialmente ascendente durante uma primeira fase, até atingir o ponto máximo, ou pico, e depois decrescer exponencialmente, até o recurso ser esgotado.<sup>xii</sup> O modelo simples pode ser caracterizado da seguinte forma:

$$P = \frac{2P_M}{1 + \cosh[b(t - t_M)]} \quad (4.4)$$

em que:

$P$  = produção de petróleo no tempo  $t$ ;

$P_M$  = pico máximo de produção;

$b$  = constante que ajusta o declive da curva;

$t_M$  = ano do pico.

A área sob a curva será:

$$U = \frac{4P_M}{b} \quad (4.5)$$

Esta expressão representa os últimos recursos recuperáveis (URR). Este modelo é mais apropriado para países do tipo *price-taker*.<sup>xiii</sup>

Posteriormente, foi analisado o fato de que a produção de petróleo em diversos países mostrava vários ciclos de produção em decorrência de fatores, tais como a evolução tecnológica na indústria, mudanças no marco regulatório, nas condições econômicas, além de ser afetada por eventos políticos. Interessantemente, este possível comportamento multicíclico da curva de produção de petróleo foi observado pela primeira vez por Hubbert, em 1956, como consequência de dois picos de produção no campo de Illinois, nos Estados Unidos. Desse modo, a curva de produção Multi-Hubbert se configuraria como a sobreposição entre uma ou mais curvas de produção. O modelo Multi-Hubbert apresenta várias vantagens quando comparado com o modelo simples, tais como:<sup>xiv</sup> coincide com boa precisão diante de eventos tecnológicos, econômicos e políticos, e as previsões podem ser rapidamente refeitas, quando novos dados de produção estão disponíveis.

Assim, o modelo multiciclos para a produção pode ser expressado como:

$$P = \sum_{i=1}^N \frac{2P_{M_i}}{1 + \cosh[b_i(t - t_{M_i})]} \quad (4.6)$$

em que:

$N$  = número de ciclos;

$P_{M_i}$  = pico de produção para cada ciclo  $i = 1 \dots N$ ;

$t_{M_i}$  = ano do pico de cada ciclo de produção.

Note que  $\cosh(t)$  é o cosseno hiperbólico de  $t$ , ou ainda

$$\cosh(t) = \frac{e^t + e^{-t}}{2} \quad (4.7)$$

A área sob a curva será:

$$U = \sum_{i=1}^N \frac{4P_{M_i}}{b_i} \quad (4.8)$$

Esta expressão representa os últimos recursos recuperáveis (URR), em que representa o declive de cada um dos ciclos. Usando essa aproximação, o número de parâmetros de ajuste é  $2N$ .

A otimização dos parâmetros pode ser realizada pela minimização da raiz quadrada média do erro (RMSE) da diferença entre  $P_{act}$  e  $P_{cal}$ , que representam a produção real e a calculada pelo ajuste do modelo, respectivamente. O número de dados é representado por  $n$ .

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{act} - P_{cal})^2}{n}} \quad (4.9)$$

Para ilustrar a formulação anterior, em seguida se apresenta o resultado obtido por Saraiva (2014). Observa-se o ajuste feito com o modelo Multi-Hubbert para a produção histórica média anual de petróleo para diferentes níveis de URR, que, por sua vez, são função de diferentes níveis de reservas. Cada curva exibe um pico de produção diferente em função do volume de produção passível de ser atingida em cada cenário, assim como do ano no qual se apresentaria o ponto de inflexão. Por exemplo, no cenário mais pessimista (P95) o pico de produção de petróleo se atingiria em 2015, com uma produção de 2.370 kb/d,<sup>xv</sup> enquanto no cenário mais otimista

(P5), o pico de produção de petróleo se atingiria em 2035 com uma produção de 6.592 kb/d.<sup>xvi</sup> Salienta-se que o exemplo aqui mostrado não considera os recursos estimados para o pré-sal.

**TABELA 4.2**

Parâmetros obtidos para a estimação da produção brasileira de petróleo no pós-sal (sem considerar recursos do pré-sal)

		$T_{\text{máx}}$ (anos)	$P_{\text{máx}}$ (kb/d)	SQD (%)	b	k	URR (Mb)
P95	Onshore				0	1,00	1.414
	Offshore < 400 m				0	0,83	2.287
	Offshore > 400 m				0	0,97	25.404
	Multi-Hubbert	2.015	2.370	1,24	–	–	29.104
P50	Onshore				0	1,00	1.414
	Offshore < 400 m				0	0,94	2.287
	Offshore > 400 m				0	0,98	44.054
	Multi-Hubbert	2.022	3.327	1,66	–	–	47.754
P5	Onshore				0	1,00	1.414
	Offshore < 400 m				0	0,93	2.287
	Offshore > 400 m				0	0,96	102.725

Multi-Hubbert	2.035	6.592	2,02	–	–	106.425
---------------	-------	-------	------	---	---	---------

Fonte: Elaborada com base em Yergin (2008) e Fattouh (2010).

### 4.3 ESTRUTURAS DE MERCADO

A presente seção tem como principal objetivo apresentar, ainda que brevemente, as principais estruturas de mercado. Essa preocupação se deve principalmente pelo fato de os diferentes mercados energéticos apresentarem características muito específicas, o que exige do leitor uma compreensão das minúcias e detalhes de cada um deles.

Dito isso, serão apresentadas as três principais estruturas de mercado da teoria microeconômica, a saber: concorrência pura e perfeita (CPP), monopólio e oligopólio. Vale destacar que há outras estruturas de mercado, como a concorrência monopolística (imperfeita), estruturas no mercado de insumo e fatores de produção, bem como monopsônio, oligopsônio e monopólio bilateral.<sup>xvii</sup>

Ademais, serão apresentados na seção seguinte dois casos de regulação do monopólio, nomeadamente os casos do setor elétrico e do gás natural. Aqui, é importante destacar que as falhas de mercado (das diferentes estruturas apresentadas na seção anterior) levam à necessidade da regulação de modo a mitigá-las.<sup>xviii</sup>

#### 4.3.1 Concorrência pura e perfeita, monopólio e oligopólio

Começaremos a análise das diferentes estruturas de mercado pelo modelo de concorrência pura e perfeita, por se tratar do modelo em que o mercado funciona livremente, sem barreiras e com total transparência. É importante considerar que essa estrutura parte de diversas hipóteses (simplificadoras e

idealizadoras da realidade) que garantirão os objetivos que ratificam a livre concorrência dentro e entre os diferentes mercados.

A primeira hipótese trata de racionalidade (econômica) dos agentes, o que significa dizer que os produtores buscam maximizar seus lucros e reduzir seus custos, enquanto os consumidores buscam maximizar sua utilidade, dadas suas restrições orçamentárias. Essa hipótese decorre do agente idealizado por Adam Smith, em *A Riqueza das Nações*, de 1776, conhecido por *homo economicus*.

O modelo de CPP considera firmas (ou empresas) atomizadas, o que significa dizer que há uma infinidade de compradores e vendedores que, em última instância, não têm condições de afetar a dinâmica desses mercados. Nesse sentido, são *price takers* (tomadores de preços), e não *price makers* (formuladores de preços), conforme veremos mais à frente.

A hipótese da homogeneidade dos produtos garante a semelhança entre os produtos ofertados por diferentes produtores, desconsiderando, portanto, questões como marcas, produtos diferenciados, fidelidade e preferência dos consumidores. Por sua vez, a hipótese da mobilidade de firmas estabelece a ausência de barreiras à entrada e à saída dos setores, sustentada pela hipótese de *free disposal technology* (tecnologia disponível) e *free disposal information* (informação disponível). Também inexistem custos afundados (*sunk cost*) que estão associados a ativos específicos e, portanto, a relevantes barreiras à saída.

Outra hipótese que será importante de ser questionada no modelo de monopólio é a de inexistência de externalidades. Na teoria econômica, externalidade corresponde à influência e ao impacto (positivo ou negativo) de determinado mercado, firma e/ou agente sobre os demais, tanto em termos de custos (para as firmas), quanto em termos de preferências (para os consumidores).

Assim, de forma resumida, e partindo dessas hipóteses da teoria neoclássica (ou marginalista), no modelo de CPP é possível concluir que a

otimização se dá quando:

$$RMg = CMg(\text{crescente}) = p \quad (4.10)$$

em que:

$RMg$  = receita marginal, ou seja, a receita adicional associada à unidade de produto vendida;

$CMg$  = custo marginal, que, assim como a  $RMg$ , está vinculado à produção de uma unidade extra do produto;

$p$  = preço, que é constante e definido pelos mecanismos de oferta e demanda dos mercados.

Portanto, o equilíbrio dos mercados se dará na interseção entre as curvas de oferta,  $S$ ,<sup>xix</sup> das firmas e de demanda,  $D$ , dos consumidores, considerado o preço de mercado. Esse preço, definido pelo encontro das duas curvas, garantirá o equilíbrio do mercado, o que significa dizer que não haverá excedente nem ausência de produtos para atender à demanda do mercado.

Por outro lado, há diversos economistas que são críticos a essa abordagem dos mercados em CPP, uma vez que ela não representaria a realidade. Hipóteses como racionalidade dos agentes, livre disposição de tecnologia e informação, além de ausência de externalidades (positivas e/ou negativas), fizeram com que outras leituras da dinâmica dos mercados fossem necessárias.

A estrutura de monopólio questiona, acima de qualquer outra hipótese, a atômica das firmas e a livre entrada e saída nos mercados.<sup>xx</sup> Nesse sentido, destaca-se lidar com a existência de mercados em que há apenas uma grande firma produtora de determinado bem ou serviço, que não possui

substitutos próximos e que apresentam grandes barreiras à entrada de concorrentes.

Dessa forma, podem existir monopólios naturais (ou puros), monopólios decorrentes da proteção de patentes, pelo acesso exclusivo a matérias-primas e tecnologias estratégicas, ou pela tradição no mercado. No primeiro caso, o alto capital inicial requerido e a alta escala (mínima) de produção permitem que os custos dessas empresas sejam muito baixos, dificultando a concorrência no setor.

Considerando que há apenas uma empresa nesse setor, sua demanda constitui a totalidade da demanda do mercado. Nesse sentido, pode-se afirmar que:

$$CMg = p \left( 1 + \frac{1}{|\varepsilon|} \right) \quad (4.11)$$

sendo  $\varepsilon$  a elasticidade da demanda.

O monopolista, portanto, cobra um preço superior ao  $CMg$  (*mark-up*), dependendo da **elasticidade**<sup>xxi</sup> da demanda. Dessa forma, existe ineficiência no monopólio, na medida em que haverá um ônus (normalmente para o consumidor). Há casos em que, se o monopolista igualar seu preço ao custo marginal, certamente alcançará um nível eficiente de produção, porém não cobrirá seus custos — fato que ocorre frequentemente com empresas de gás, cujos custos fixos<sup>xxii</sup> são muito grandes e o custo marginal muito baixo, setores mais conhecidos como **monopólios naturais**.<sup>xxiii</sup>

Uma das principais causas do monopólio decorre do conceito de escala mínima de eficiência (EME), que destaca o nível de produção capaz de minimizar o custo médio, com respeito ao tamanho da demanda. Logo, se a demanda for grande com relação à EME, provavelmente levará à existência de um CPP; do contrário, a uma estrutura monopolista.

No que se refere ao monopólio, é importante destacar, ainda, três conceitos frequentemente utilizados na teoria microeconômica e especialmente importantes para se compreender a regulação dos monopólios. O primeiro deles diz respeito ao conceito de *economia de escala*, que ocorre quando a expansão da capacidade produtiva de uma empresa provoca aumentos na quantidade de produto em maior proporção. Logo,

$$F(\alpha K, \alpha L) > \alpha F(K, L) \forall \alpha > 0 \quad (4.12)$$

em que:

$F$  = função de produção;

$K$  = capital;

$L$  = trabalho,<sup>xxiv</sup>

$\alpha$  = fator de expansão.

Dessa forma, o custo médio,  $CMe$ , diminui com o volume de produção.

O segundo conceito que será importante para a completa compreensão da seção seguinte é o de *economia de escopo*.<sup>xxv</sup> Esse conceito, também conhecido por *economia de gama*, relaciona-se à redução do custo decorrente da produção conjunta de bens diferentes, mas que possuem matérias-primas comuns. Logo,

$$ESC = \frac{\sum_{i=1}^n C(Q_i) - C(Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n)}{C(Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n)} \quad (4.13)$$

em que:

$C(Q_i)$  = custo individual de produção dos produtos  $Q_i$ ;

$C(Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n)$  = custo de produção conjunta dos  $n$  produtos;  
 $ESC$  = se positivo, há economia de escopo.<sup>xxvi</sup>

Por fim, cabe destacar o conceito de *economia de rede*. O mesmo identifica a relação entre o valor do produto/serviço e o número de usuários, ou seja, o fato de que quanto maior for o número de consumidores conectados à rede, maior será o benefício de estar conectado a ela (efeito de mimetismo). Este conceito possui uma série de características específicas, especialmente a complementaridade, a compatibilidade e padrões, as externalidades de consumo, bem como os custos de mudança e aprisionamento (*lock-in*).

Ademais, no que se refere aos monopólios, redes físicas que relacionam a oferta e a demanda por uma fonte de energia resultam na presença de  $CMg$  decrescentes (ou quase nulos), quando já há infraestrutura estabelecida (monopólio natural), e de ativos indivisíveis e específicos, que, portanto, representam elevadas barreiras à entrada e à saída.

Passando à terceira estrutura de mercado, a de *oligopólio*, ela pode ser definida de duas formas: *oligopólio concentrado* e *oligopólio competitivo*. No primeiro caso, há um pequeno número de empresas no setor, enquanto no segundo há um grande número de empresas em determinado setor, que é dominado por um pequeno grupo de empresas.

Um caso específico de oligopólio é o duopólio simétrico de Cournot, que trata de um equilíbrio não competitivo, de concorrência por quantidades, com produtos homogêneos e informação completa. A análise de Cournot destaca a interdependência de duas empresas no mesmo mercado, em que o equilíbrio de Cournot é considerado como um equilíbrio de Nash (Teoria dos Jogos) com várias estratégias ótimas para ambos os jogadores, dadas suas ações recíprocas. Dessa forma, no oligopólio de Cournot, as empresas não cooperam, ou seja, não há conluio, e as empresas concorrem em quantidades, que são definidas simultaneamente (jogo

estático). A quantidade ofertada pela firma 1 é inversamente proporcional à quantidade (esperada) de oferta da firma 2 (curva de reação decrescente).

Por outro lado, o duopólio de Stackelberg é assimétrico, uma vez que as duas empresas não têm o mesmo poder, existindo, portanto, uma empresa líder (que determina o preço e a produção do mercado) e uma empresa seguidora.<sup>xxvii</sup> Se uma empresa é líder, considera a função de reação da seguidora na sua própria função de lucro. No modelo de Stackelberg, as empresas decidem sequencialmente sobre as quantidades. Assim, a empresa seguidora tomará sua decisão com base na ação da empresa líder, considerando sua função de reação. Porém, sabendo que a segunda empresa reagirá de tal forma, a primeira considera a função de reação da seguidora na sua decisão inicial.

### 4.3.2 Regulação do monopólio

Conforme visto na seção anterior, há diversas estruturas de mercado que, em última instância, buscam abordar as especificidades de cada setor. No entanto, como vimos, as hipóteses do modelo de CPP não representam a realidade dos mercados e, no caso do monopólio e do oligopólio, o poder de mercado das empresas leva à necessidade de regulação.

O que se espera com a regulação dos monopólios é evitar preços muito superiores aos custos marginais (reduzindo o *mark-up*, ou, como vimos, o desvio relativo do preço em relação ao *CMg*) e produtos/serviços de baixa qualidade. Logo, tem-se a regulação ativa, que busca manter preço justo<sup>xxviii</sup> e qualidade dos serviços (estática e dinâmica) ao consumidor final. De uma forma ampla, afirma-se que a regulação visa a disciplinar o funcionamento dos mercados, buscando eficiências alocativa, produtiva, distributiva e ambiental.<sup>xxix</sup>

Genericamente, a regulação consiste em regras administradas por uma agência governamental para influenciar a atividade econômica por meio da

determinação de preços, tarifas, padrões de qualidade etc., bem como as condições de entrada e saída.<sup>xxx</sup> Além disso, muitas vezes ela é também responsável pela resolução de conflitos que surgem em decorrência dos contratos firmados.

Dentre as principais motivações para que haja regulação dos mercados energéticos, há o interesse em proteger os consumidores contra o poder de mercado (monopólio natural<sup>xxxii</sup>/de conduta<sup>xxxii</sup> ou oligopólio), apreender rendas diferenciais (*ricardianas*) e de escassez (*hotteliana*), mitigar falhas de mercado, bem como aquelas decorrentes da assimetria de informações. Ademais, busca-se reduzir a envergadura, ou seja, a assimetria de poder entre agentes (inclusive no que se refere ao acesso ao capital).

A regulação busca, ainda, promover a coordenação da indústria, levando-se em conta os efeitos intertemporais das decisões dos agentes. Dessa forma, contribui para o planejamento de longo prazo, evitando a miopia dos mercados (*boom and bust*) e as incertezas e defasagens entre oferta e demanda. No caso específico do setor elétrico, pode buscar o uso (mais) racional da energia, dado o conflito de interesses entre consumidores (desejam maximizar utilidade) e produtores (desejam maximizar lucro).

Vale destacar que a regulação não se dá sobre todo e qualquer setor da economia, mas, sobretudo, naqueles que ofertam bens/serviços meritórios e de interesse público (demanda inelástica). Isso se deve ao fato de eles serem bens “essenciais”, conhecidos como *public utility*, e por apresentarem externalidades positivas sobre uma série de outros setores.

É importante ainda destacar que a regulação do monopólio (natural) não induz à concorrência, simplesmente a substitui por mecanismos e metas regulatórias. Assim, os segmentos de transporte de gás ou eletricidade, mediante redes físicas, apresentam uma série de características que os levam a operar como monopólios naturais, constituindo perfeitos exemplos de indústrias de rede. Portanto, eles serão temas de análise das seções seguintes.

Há, na literatura, quatro modelos básicos de estrutura organizacional para as indústrias de rede:<sup>xxxiii</sup>

- **Monopólio verticalmente integrado:** é o modelo mais tradicional e conservador, que caracteriza o setor elétrico de diversos países. Nele, as vantagens de coordenação intrafirma justificariam a integração vertical dos segmentos da cadeia energética. No entanto, segmentos que não possuem características de monopólio natural, nesta cadeia, podem não ser estimulados a ganhos de produtividade.
- **Integração vertical com concorrência na produção:** incentiva a emergência de diferentes modalidades de produção independente, o que não implica necessariamente alteração substantiva na estrutura organizacional das empresas situadas a jusante da cadeia de produção.
- **Concorrência em ambas as “pontas” (produção e demanda) com flexibilidade de integração e livre acesso no transporte:** é particularmente usado na indústria de gás de países que possuem rede de gasodutos já desenvolvida, em que tanto distribuidores quanto consumidores podem negociar suas demandas diretamente com os produtores. Dessa forma, é possível o surgimento de mercado *spot*. Contudo, e diferentemente do modelo anterior, aqui não se supõe exclusividade em determinadas áreas da produção, permitindo a contestação das concessionárias distribuidoras.
- **Desverticalização completa com concorrência nas “pontas” e empresa única de transporte:** nele, há distintos produtores, que despacham energia a um único transportador. À semelhança do modelo anterior, o suprimento é assegurado por contratos ou por compras no mercado *spot*.

#### 4.3.2.1 Caso do setor elétrico

Atualmente, o setor elétrico brasileiro se caracteriza pela coexistência de dois ambientes de contratação da eletricidade: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Mais do que entender detalhadamente cada segmento do setor elétrico brasileiro, o que se pretende nesta seção é destacar, conforme já mencionado, que cada estrutura de mercado demandará um adequado tratamento por parte dos agentes associados ao arranjo institucional vigente.

Para além do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), há uma gama de outras organizações e instituições envolvidas no setor elétrico brasileiro, como o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), e uma série de agentes de geração, comercialização, distribuição e transmissão.<sup>xxxiv</sup> Todos esses atores lidam com ambientes regulatórios distintos e característicos do segmento; portanto, levam em conta a estrutura do mercado, bem como os mecanismos regulatórios mais adequados para lidar com tal estrutura.

Assim, o setor elétrico atual poderia ser caracterizado da seguinte forma: desverticalização, ao menos parcial, do setor; presença de agentes públicos (municipais, estaduais e federais) e privados, e de consumidores cativos e livres; planejamento da operação centralizado no ONS; regulação das atividades de transmissão e distribuição pelo regime de incentivos, em vez do “custo do serviço”; concorrência via leilão (*ex-ante*) para expansão de novos empreendimentos de geração e transmissão, podendo haver distinção entre tipologias de projetos e características das fontes primárias de energia (o foco principal do leilão é a oferta de energia elétrica ao menor custo, sendo, no entanto, a garantia física das usinas licitadas função da modelagem do setor elétrico); livres negociações entre geradores,

comercializadores e consumidores livres; preços distintos para cada área de concessão, em substituição à equalização tarifária de outrora; mecanismos de regulação contratuais para compartilhamento de ganhos de produtividade nos setores de transmissão e distribuição, entre outros.<sup>xxxv</sup>

#### *4.3.2.2 Caso do setor de gás*

De modo similar ao setor elétrico, o setor de gás também conta com a presença de uma infraestrutura física específica, os gasodutos a alta pressão. Conseqüentemente, os custos fixos (CF) são muito elevados e maiores do que os custos variáveis (CV), o que constitui uma das principais barreiras à entrada do setor. Além disso, os ativos fixos são indivisíveis e irreversíveis, o que caracteriza forte barreira à saída e risco de *custos afundados* (isto é, custos irrecuperáveis ou específicos à conexão física do mercado que se lhes associa).

Os dutos de gás são fonte de economias de escala geométrica, assim como ocorre nas linhas de transmissão de eletricidade (LT), e o custo de transação associado ao aumento da demanda do duto também não cresce na mesma proporção. Portanto, percebe-se a existência de economias de escala no setor, caracterizada pela subaditividade, que define ser mais barato ter uma instalação provendo todo o serviço do que várias compartilhando o mesmo objetivo.

Nesse sentido, o segmento de transporte a alta pressão de gás natural se caracteriza pela condição de monopólio natural, que deve ser mantida para que não haja ineficiências. A regulação, portanto, visa a manter tal condição, assegurando, porém, objetivos e metas regulatórias: basicamente, *preços justos* e qualidade de serviço.

No caso da reforma regulatória brasileira dos anos 1990, ficou clara a necessidade de uma lei específica para tratar da regulamentação da movimentação e estocagem de gás natural (GN). Até 2009, a regulação da indústria de gás era parcialmente associada à indústria de petróleo, sendo

regulada pela Lei do Petróleo (Lei n.º 9.478/1997).<sup>xxxvi</sup> No início de 2009, foi criada a Lei do Gás (Lei n.º 11.909/2009),<sup>xxxvii</sup> regulamentada pelo Decreto n.º 7382/2010.<sup>xxxviii</sup>

Pode-se destacar que a lei trata da estocagem, da comercialização e, principalmente, do transporte do GN.<sup>xxxix</sup> Ela preserva, porém, uma diferença entre dois agentes: o transportador é aquele que transporta o gás, não podendo revendê-lo, enquanto o carregador é aquele que tem o gás e quer usar a infraestrutura de transporte. Ademais, são dadas novas atribuições à ANP, ao MME, ao CNPE e à EPE.

Novamente, a questão do planejamento do setor, assim como no setor elétrico, ganha relevância. O planejamento da expansão da malha de transporte é tarefa da Empresa de Pesquisa Energética, que deve elaborar o Plano Nacional de Expansão (PNE). O MME também possui papel importante nessa política, uma vez que sugere a construção de novos dutos.

É importante considerar que a lei não trata de exploração e produção (E&P), que permanece sob o regime da Lei do Petróleo. Ela foca no transporte a alta pressão (monopólio natural), cujos novos dutos passam a ser definidos no regime de concessão (ANP passa a fixar tarifas máximas de transporte), exceto nos acordos internacionais, quando o regime se dá por autorização.

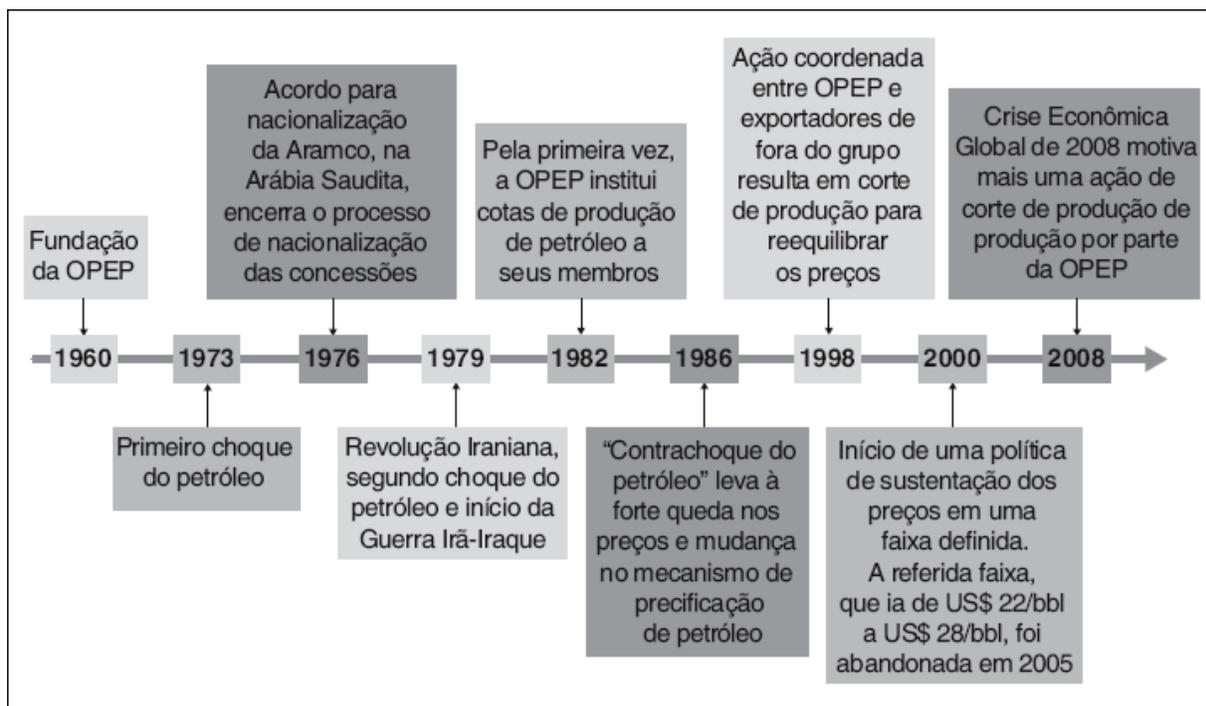
#### **4.4 SETOR DE PETRÓLEO — OPEP COMO EXEMPLO DE OLIGOPÓLIO**

Ao analisar o mercado mundial de petróleo, o poder da organização dos países exportadores de petróleo (OPEP) de influenciar este mercado deve ser considerado, o que torna inadequados os modelos econômicos simples de oferta e demanda, que presumem um mercado perfeitamente competitivo. Assim, grande parte da literatura que busca capturar os efeitos da estrutura do mercado sobre variáveis, como o preço do petróleo ou seu

volume de produção, lança mão do ferramental de modelos de oligopólio.<sup>xl</sup> A escolha dessa “ferramenta mais adequada”, contudo, suscitou uma série de discussões na literatura ao longo dos anos. Tais discussões são objeto de análise da presente seção.

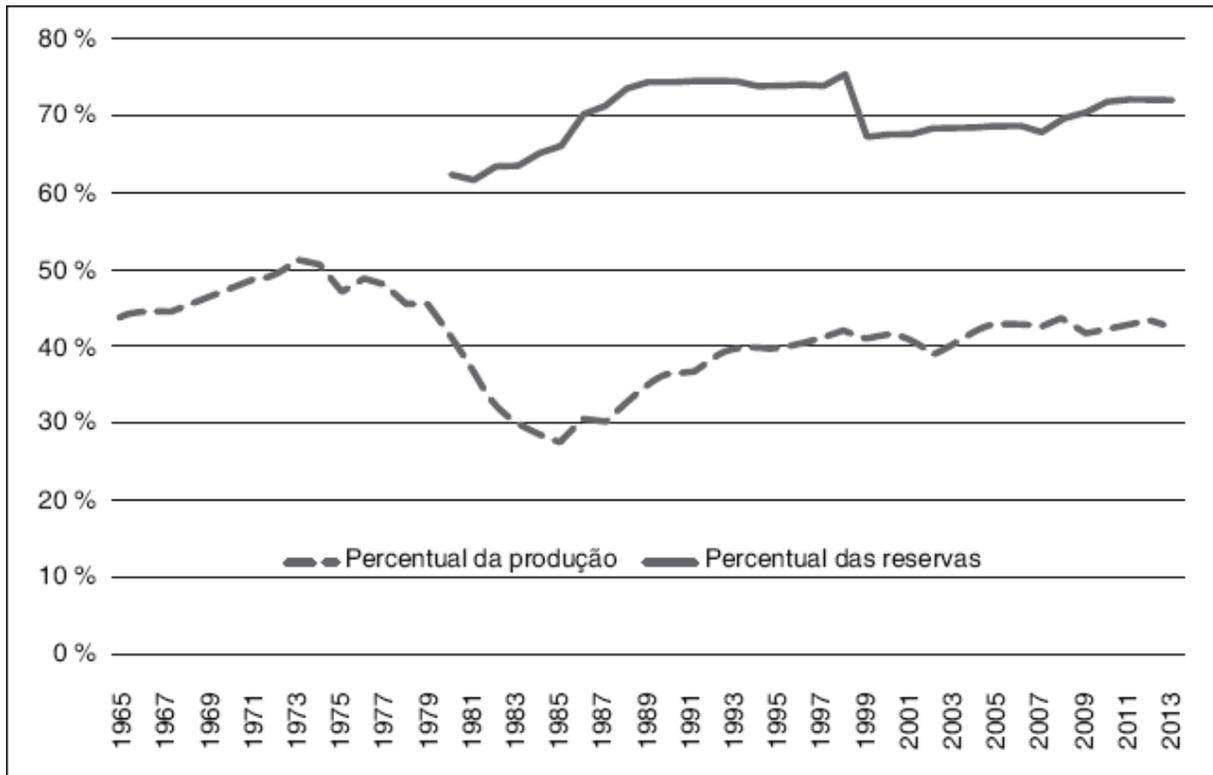
#### 4.4.1 Um breve histórico da OPEP (1960-2014)

A OPEP foi fundada em 1960, em um contexto particular da indústria de petróleo. Naquele período, existia uma disputa entre as grandes empresas internacionais, que controlavam toda a cadeia produtiva do setor petrolífero, e os países detentores de grandes reservas de petróleo, que cederam às empresas o acesso aos seus recursos em troca de pagamentos de tributos e *royalties*. Nesse contexto, a principal fonte de disputa entre países e empresas era o montante da renda petrolífera a ser repartido.<sup>xli</sup>



**FIGURA 4.2** Cronologia de eventos relevantes envolvendo a OPEP (1960-2008). Fonte: Adaptada com base em Yergin (2008) e Fattouh (2010).

Do ponto de vista empírico, a OPEP é um grupo de países exportadores de petróleo, que inicialmente se organizou no que foi entendido como um “sindicato de produtores”, e onde se concentra parcela relevante da produção e das reservas petrolíferas mundiais.



**FIGURA 4.3** Participação da OPEP nas reservas provadas e na produção de petróleo (1965-2013). Fonte: BP Statistical Review of the World Energy, 2014.

Tal representatividade conferiu à OPEP, como um grupo, o poder de influenciar ativamente os destinos da indústria de petróleo, desde sua criação. Esse fato justificará as diferentes perspectivas de modelagem utilizadas para representar seu comportamento, conforme veremos na sequência.

#### 4.4.2 OPEP é um cartel?

Uma das principais discussões a respeito da natureza da influência da OPEP no mercado de petróleo consiste em responder se o grupo de países atuou efetivamente como um cartel ou não.<sup>xlii</sup> Essa discussão tem origem na década de 1970, com o advento do choque de petróleo de 1973, quando o grupo adotou uma ação coordenada de restrição do fornecimento de petróleo a alguns países e elevou os preços do petróleo unilateralmente. Tomando apenas este evento como objeto de análise, o comportamento da OPEP é aparentemente compatível com o que se espera tipicamente de um cartel. Contudo, expandindo a análise para todo o horizonte de tempo, a definição da OPEP como um cartel em um sentido clássico mais estrito não é tão clara assim.

Antes de prosseguir, é importante definir e listar as principais características de um cartel. Em determinado mercado, um cartel é formado por um grupo de empresas que possui um elevado poder de mercado. Para auferir ganhos em virtude desse poder de mercado, as empresas constituintes do cartel precisam agir de maneira coordenada quanto às decisões de prática de preços e de volume de produção para capturar o excedente econômico disponível. Tal tarefa torna-se mais simples quanto maior a homogeneidade do produto/serviço ofertado e das empresas que formam o grupo. Finalmente, também é importante que a demanda do produto seja relativamente pouco elástica, de modo que o aumento de preço não repercuta proporcionalmente na demanda, limitando o *mark-up* do preço (ou o poder de monopólio).

Um cartel formado por empresas heterogêneas, por outro lado, enfrenta dificuldade em encontrar uma distribuição adequada do volume produzido entre os seus membros, bem como um preço que forneça uma rentabilidade adequada para todos. Em muitas situações, as empresas conseguem ampliar seus lucros econômicos individualmente em detrimento dos outros membros do grupo ao ampliarem seu volume produzido e praticarem um preço inferior. Essa possibilidade faz com que seja necessário que um cartel

bem-sucedido possua algum tipo de mecanismo de punição para os membros que possuem comportamentos desviantes.

Das características supracitadas, conseguimos encaixar a OPEP em parte delas. Pelo lado da estrutura de mercado, os países-membros da OPEP detinham, já na década de 1970, um poder de mercado relevante para o mercado de petróleo. Mesmo com a perda de *market share* nos anos 1980 e 1990, seu poder de mercado continuou relevante, o que também foi proporcionado por uma demanda relativamente inelástica, pelo menos no curto para o médio prazo, dos principais derivados de petróleo.

Com relação às características individuais de cada um dos membros, a organização é marcada por uma forte heterogeneidade. Apesar de todos os países-membros serem exportadores de petróleo, há diferenças significativas nas dotações de recursos naturais de cada um deles, em suas populações e em suas economias. Essas diferenças fazem com que os países-membros da OPEP tenham preferências diferentes com relação a decisões que devem ser tomadas em grupo, como o nível de preços almejado ou o ritmo de exploração das reservas petrolíferas. A tabela a seguir mostra alguns indicadores relevantes que evidenciam essa diferença entre os países-membros do grupo.

**TABELA 4.3**

Dados estatísticos dos países-membros da OPEP, em 2013

	População (milhões de hab.)	Área (mil km <sup>2</sup> )	PIB <i>per capita</i> (US\$)	PIB preços de mercado (milhões de US\$)	Reservas provadas de petróleo (milhões de barris)	Reservas de gás natural (bilhões de metros cúbicos)	Capacidade de refino (mil barris por dia)	Consumo de petróleo (mil barris por dia)
Argélia	38,30	2.382	5.845	223.857	12.200	4.504	651	377
Angola	19,18	1.248	6.282	120.509	9.011	275	39	128
Equador	15,78	284	5.932	93.577	8.832	6	191	270
Irã	77,10	1.648	4.751	366.259	157.800	34.020	1.715	1.776
Iraque	35,10	438	6.534	229.327	144.211	3.158	830	835
Kuwait	3,96	18	46.527	184.031	101.500	1.784	936	383
Líbia	6,30	1.760	11.711	73.755	48.363	1.506	380	250
Nigéria	172,29	924	2.994	515.787	37.070	5.111	445	385
Qatar	2,01	12	100.829	202.172	25.244	24.681	137	147
Arábia Saudita	29,99	2.150	24.847	745.273	265.789	8.317	2.507	2.994
EUA	8,46	84	46.833	396.235	97.800	6.091	707	655
Venezuela	29,99	916	12.472	373.978	298.350	5.581	1.855	831
<b>OPEP</b>	<b>438,44</b>	<b>11.862</b>	<b>8.039</b>	<b>3.524.761</b>	<b>1.206.170</b>	<b>95.034</b>	<b>10.393</b>	<b>9.031</b>

Fonte: OPEP, Annual Statistical Bulletin 2014.

Além da heterogeneidade entre seus membros, o fato de que a OPEP é formada por países, e não empresas, inviabiliza a existência de um mecanismo de punição em casos de conduta inadequada. Cada membro possui soberania enquanto nação, o que dificulta a intervenção de outras nações na forma com que dispõe de seus recursos naturais.

As atitudes do grupo ao longo da história representam outro ponto a ser considerado nessa análise. Apesar do episódio de 1973, é possível afirmar que a primeira ação da OPEP, enquanto grupo, para controlar o volume de petróleo produzido se deu apenas em 1982-1983, quando o grupo instituiu cotas de produção para seus países-membros, 23 anos após sua fundação (neste momento, também, boa parte das empresas operadoras nesses países já havia sido nacionalizada).

A partir daí, ao longo da década de 1980, a organização apresentou vários comportamentos associados a um cartel típico, ainda que ineficiente. Além da já mencionada adoção de cotas de produção em 1983 para tentar influenciar os preços, o país com maior volume de produção e menor custo (Arábia Saudita), em um dos momentos mais críticos para o grupo no período, adotou uma postura de enfrentamento com os outros membros. Essa tentativa de puni-los pelos desvios das diretrizes acordadas pelo grupo resultou em um excedente de produção e uma forte queda dos preços do petróleo em 1986 — o chamado “Contrachoque”.

Nas décadas subsequentes, a organização adotou cotas de produção para os seus membros na maior parte do período e as ajustou de acordo com as necessidades de mercado, cortando a produção em momentos de queda de preços, como os de 1998 e 2009. Não se pode falar, contudo, em um grau elevado de adesão dos membros em todos os momentos, com o grupo produzindo acima da meta de produção em grande parte do tempo. Em novembro de 2014, em resposta a uma forte queda de preços dos óleos marcadores no mercado internacional, a OPEP decidiu não adotar nenhum tipo de restrição de produção para tentar evitar um aprofundamento desta queda — um comportamento que a afasta ainda mais daquilo que é esperado de um cartel. Em face dessas características e fatos, não é possível afirmar que a OPEP seja um bom exemplo de cartel, apesar de ter apresentado, pontualmente, comportamentos compatíveis com essa categoria teórica ao longo de sua história.

#### **4.4.3 Modelo da firma dominante**

Uma vez que a OPEP não possui a totalidade do mercado de petróleo, sua atuação no mercado precisa levar em consideração as características de sua interação com os países não membros. Nesse sentido, a literatura também utilizou o ferramental teórico oferecido pelos modelos de oligopólio, para

explicitar o poder de mercado da OPEP e sua relação com os países não membros.

Contudo, os modelos de Cournot e Bertrand (apresentados na Seção 4.3.1) mostraram-se inadequados para a análise por terem hipóteses incoerentes com o mercado de petróleo. No caso do modelo de Cournot, as assimetrias de poder de mercado e de custos entre a OPEP e os outros produtores violam sua hipótese principal de equilíbrio entre os concorrentes. No caso do modelo de Bertrand, suas premissas básicas levam ao resultado esperado de convergência entre os preços e o custo marginal da indústria. Empiricamente, contudo, os preços estiveram sempre acima das estimativas de custo da indústria em virtude da existência de rendas econômicas.

O modelo de Stackelberg, por sua vez, já apresenta hipóteses mais próximas da realidade do mercado mundial de petróleo e sua utilização na literatura para modelá-lo é bastante frequente. No contexto desse modelo, a OPEP faria o papel da firma dominante (ou líder), que decide sua produção levando em conta a resposta da concorrência, enquanto os outros países fariam o papel de firmas seguidoras, que decidem sua produção em resposta à ação da líder. Os custos mais baixos e o poder de mercado da OPEP tornariam possível sua atuação como uma “firma líder”. Também é importante considerar que o preço de equilíbrio teórico neste modelo é superior ao custo marginal da indústria, característica coerente com observações empíricas da indústria.

Apesar da coerência entre as hipóteses do modelo e as características da indústria de petróleo, a literatura que busca testar empiricamente que o comportamento da OPEP é estatisticamente consistente com o de uma firma de Stackelberg não necessariamente corrobora a validade dessa hipótese. Uma das principais dificuldades da aplicação prática do modelo de Stackelberg para a indústria de petróleo está na premissa implícita de que a OPEP é um grupo homogêneo. Há divergências quanto à possibilidade de a

OPEP, enquanto grupo, atuar de forma coesa no sentido de tomar suas decisões de produção e igualar seu custo marginal a sua receita marginal, como pressupõe o modelo.

Nesse sentido, há estudos que apontam que a firma dominante de Stackelberg, na verdade, corresponde ao chamado “núcleo da OPEP”, composto pela parcela de países da organização que possuem alto volume de reservas e uma população relativamente pequena (usualmente, os países do Golfo: Arábia Saudita, Qatar, EAU).<sup>xliii</sup> Outros estudos vão além e indicam que a Arábia Saudita, por possuir montante considerável de reservas petrolíferas e maior flexibilidade na sua capacidade produtiva, em comparação com os outros países-membros da OPEP, é a firma dominante no mercado de petróleo.

Apesar das características que justificam o tratamento da OPEP como uma firma dominante à la Stackelberg, não pode ser desconsiderado o fato de que o modelo é uma simplificação que enfatiza algumas características específicas, mas não apreende todos os comportamentos dos agentes no mercado de petróleo. Assim como o modelo de Stackelberg explicita o poder de mercado da OPEP e sua relação com os países não membros, existem estratégias de modelagem que terão como foco explicitar outras características do grupo.

#### **4.4.4 Modelos de comportamento-alvo**

Os modelos de comportamento-alvo da OPEP possuem em comum o fato de que a inserção da OPEP no mercado de petróleo será definida pelo seu comportamento diante das condições da indústria, que não necessariamente será guiado por decisões econômicas de maximização de lucros. Esse comportamento, por sua vez, será o resultado da aplicação de uma regra de decisão para o grupo que o diferenciará do restante dos produtores não

OPEP, que são usualmente representados como tomadores de preços e maximizadores de lucro, seguindo uma lógica puramente econômica.

Uma das regras de decisão mais comumente atribuídas à OPEP é a de que cada país- membro busca uma meta de receita requerida (preço  $\times$  volume exportado). A existência de uma meta de receita para cada país resulta em uma “curva de oferta inclinada para trás”, onde a partir de certo preço o país tem incentivo para reduzir sua produção, aumentando o preço do petróleo e mantendo um nível satisfatório de receitas. Essa meta de receita, por sua vez, é determinada pelo orçamento governamental e pelos objetivos de investimentos de cada país.

Alternativamente, há modelos que indicam que a OPEP possui um objetivo de preço de petróleo a perseguir. Após a definição de uma faixa de preços a ser perseguida, o grupo atuaria através de ajustes de produção para manter os preços de petróleo no mercado internacional dentro dessa faixa. Os testes empíricos dessa hipótese<sup>xliv</sup> mostraram que a habilidade da OPEP em defender uma faixa dependia da sensibilidade dos preços aos ajustes de oferta (elasticidade-preço da oferta) e da expectativa dos agentes de que movimentos de preços para níveis próximos dos limites da faixa-alvo suscitariam uma resposta adequada da OPEP.

A literatura envolvendo essas regras de comportamento mostra que o modelo de receita-alvo foi considerado adequado para representar a OPEP em um período anterior ao início dos anos 1980. Em testes posteriores, usando dados dos anos 1990, essa hipótese não foi validada. Com relação à regra de preço-alvo, por outro lado, a literatura indica que é razoável supor sua adoção durante os anos 1990, época em que os preços apresentaram certo grau de estabilidade. No início dos anos 2000, a OPEP foi explícita com relação a divulgar uma banda de preços a ser defendida. O constante movimento de alta dos preços observado no período, contudo, fez com que o valor máximo da faixa fosse rompido de forma rápida e sustentável, levando ao abandono da meta de preços até os dias de hoje.

Assim, até o presente momento, as diferentes formas de modelar o comportamento da OPEP sugerem que a organização precisou se adaptar às diferentes realidades do mercado mundial de petróleo, com o passar dos anos. As visões mais recentes a respeito do papel da OPEP no mercado apontam, contudo, que a forma pela qual a organização exerce sua influência tem se tornado cada vez mais indireta, reduzindo seu poder de afetar os preços. Diferentemente da década de 1970, em que o preço de referência era definido pelo grupo em suas reuniões, hoje, o preço de referência do petróleo é definido em um mercado competitivo com características muito distintas. Nesse contexto, os diferentes comportamentos da OPEP apresentados nesta seção precisam influenciar as percepções dos agentes que negociam o petróleo de referência nesse mercado competitivo, antes de efetivamente influenciarem os preços. Com isso, desde a década de 1980, quando os mercados *spot* para os principais óleos marcadores tornaram-se predominantes, as ações da OPEP não mais resultam diretamente em incrementos ou decréscimos de preços, mas em sinalizações para os agentes que negociam nos mercados dos petróleos marcadores e influenciam seus preços. Para um melhor entendimento desse fato, faz-se necessário identificar a evolução dos mecanismos de precificação de petróleo, tema da próxima seção.

#### **4.4.5 Evolução da precificação mundial do petróleo**

O objetivo da presente seção é descrever os diferentes significados atribuídos ao termo “preço do petróleo” ao longo do tempo, associando-os aos seus respectivos momentos na história da indústria de petróleo. O mecanismo utilizado pela indústria para a precificação do petróleo reflete suas características em cada momento do tempo.<sup>xlv</sup>

##### *4.4.5.1 Antes da OPEP*

Após a Segunda Guerra Mundial, antes do surgimento da OPEP, a indústria do petróleo era dominada por um grupo restrito de grandes empresas integradas internacionais. Essas empresas operavam toda a cadeia produtiva do petróleo, desde as concessões nos países do Oriente Médio, passando pelo refino e a produção de derivados de petróleo, até chegar à distribuição nos principais mercados consumidores. Nesse período, uma fonte de tensão na indústria de petróleo era a relação entre os países detentores de reservas petrolíferas e as grandes empresas, que exploravam o petróleo por meio de concessão. Ao ser a principal base de cálculo dos tributos devidos pelas empresas, o “preço do petróleo” era importante para essa relação. O preço praticado para o petróleo produzido em cada país era o resultado de uma negociação política entre país e empresa.

A estrutura da indústria era caracterizada por uma grande concentração de poder de mercado em um grupo pequeno de empresas e um alto grau de integração de suas cadeias produtivas. Isso fez com que o uso dos “preços do petróleo” como base de cálculo fiscal e para definição de preços internos de transferência fosse mais importante do que o papel econômico de alocação de recursos, por meio da oferta e da demanda.

Ao longo dos anos 1950 e 1960, contudo, houve uma mudança no equilíbrio de forças entre os países produtores e as empresas concessionárias. Em face do crescimento da demanda e da entrada no mercado de empresas menores que ofereciam termos mais vantajosos na sua negociação de acesso aos recursos petrolíferos, os países detentores de reservas perceberam uma possibilidade de pressionar as grandes empresas por melhores condições contratuais e maior parcela das receitas. O surgimento da OPEP em 1960, conforme visto na seção anterior, tinha o objetivo precípuo de fortalecer os países nessa disputa.

O passo seguinte constitui o início do processo de nacionalização das concessões que operavam no Oriente Médio, que deu origem ao surgimento de empresas estatais. Por não possuírem uma cadeia integrada, as estatais

que surgiram nesse processo precisavam vender sua produção para as antigas concessionárias e para outras empresas. O aumento do controle sobre parcela cada vez mais relevante da produção mundial, contudo, fez com que os preços de petróleo definidos pela OPEP para uso nessas transações, chamados de *Government Selling Prices* (GSPs), se transformassem em referência para o mercado mundial.

#### *4.4.5.2 Surgimento do mercado spot e o sistema baseado em óleos marcadores*

Já nas décadas de 1950 e 1960 existiam mercados *spot* para a compra e venda de cargas de petróleo entre as empresas. Até o surgimento dos GSPs, a função dos mercados *spot* era a de, primordialmente, possibilitar que as empresas com cargas excedentes encontrassem empresas para comprar seu petróleo. Na década de 1970, com o surgimento das estatais e o aumento do fluxo de transações de compra e venda fora dos sistemas internos das grandes empresas, os mercados *spot* ganharam força.

Ao longo dos anos 1970, os GSPs e os preços no mercado *spot* coexistiram. Enquanto os mercados *spots* refletiam mais rapidamente as mudanças nos mercados internacionais, os GSPs eram revisados em periodicidade mensal e estavam sujeitos às negociações internas da OPEP. Também, nessa época, foram realizadas importantes descobertas de petróleo no Mar do Norte e no Golfo do México dos EUA.

Fruto de avanços tecnológicos, preocupações com a segurança energética em virtude da perda de controle sobre o Oriente Médio e preços mais elevados do petróleo, essas novas descobertas tiveram um papel transformador na indústria de petróleo. Como a produção nessas áreas era próxima aos principais mercados consumidores, logo se organizaram mercados *spot* para transação do petróleo produzido. No caso do Mar do Norte, o petróleo de tipo Brent tornou-se referência para as transações realizadas na região. O sistema fiscal britânico e a grande pulverização de

compradores e vendedores favoreceram o surgimento de um mercado de liquidez elevada para a compra e venda de petróleo. Nos EUA, o petróleo *West Texas Intermediate* (WTI), produzido no Texas, tornou-se a referência para as negociações na região. Assim como no Mar do Norte, havia grande pulverização de compradores e vendedores, o que resultou em um mercado de alta liquidez.

Ao longo dos anos 1980, essas novas fronteiras se desenvolveram enquanto a OPEP perdia seu *market share* no mercado internacional. A estratégia de restrição de produção adotada pelo grupo a partir de 1983 não foi bem-sucedida e seus custos recaíram sobre a Arábia Saudita, que viu sua produção despencar para menos da metade no mesmo período.

A resposta da Arábia Saudita para reverter essa situação levou a mais uma transformação no sistema de precificação de petróleo. Ao adotar um contrato de venda para seu petróleo que o indexava à cesta de derivados, a partir dele obtida, e garantia, assim, uma margem ao refinador (chamada de precificação *netback*), a Arábia Saudita conseguiu retomar seu *market share* rapidamente. A adoção dessa estratégia por outros membros da OPEP resultou no Contrachoque do Petróleo de 1986 e pôs fim aos GSPs praticados desde os anos 1970.

Na mesma época era desenvolvido na empresa mexicana Pemex um tipo de contrato que indexava o preço do petróleo vendido aos EUA, por meio de uma fórmula que utilizava o marcador WTI como referência. A ideia por trás da fórmula era a de que o preço do petróleo marcador consistia no componente que representava as condições de oferta e demanda do mercado mundial. Os outros componentes da fórmula, por sua vez, representavam diferenciais de qualidade e parâmetros da política comercial da Pemex.

Com o fim dos GSPs e o crescimento dos mercados dos óleos marcadores Brent e WTI ao longo dos anos 1980, a fórmula de indexação da Pemex difundiu-se rapidamente pelo mercado de petróleo e foi adotada,

inclusive, pelos países da OPEP. Com isso, consolidava-se o mecanismo de precificação de petróleo que vigora até hoje.

A partir disso, os óleos marcadores tornaram-se referências globais para indicar o nível do “preço do petróleo” no mercado internacional. Quanto à precificação, a maior parte dos contratos de compra e venda de petróleo praticados hoje utiliza os preços praticados nos mercados físicos e/ou financeiros dos óleos marcadores. Mesmo os petróleos produzidos por países da OPEP têm seu preço definido pelo diferencial em relação a um marcador de referência.

#### *4.4.5.3 Financeirização do mercado de petróleo e a especulação financeira*

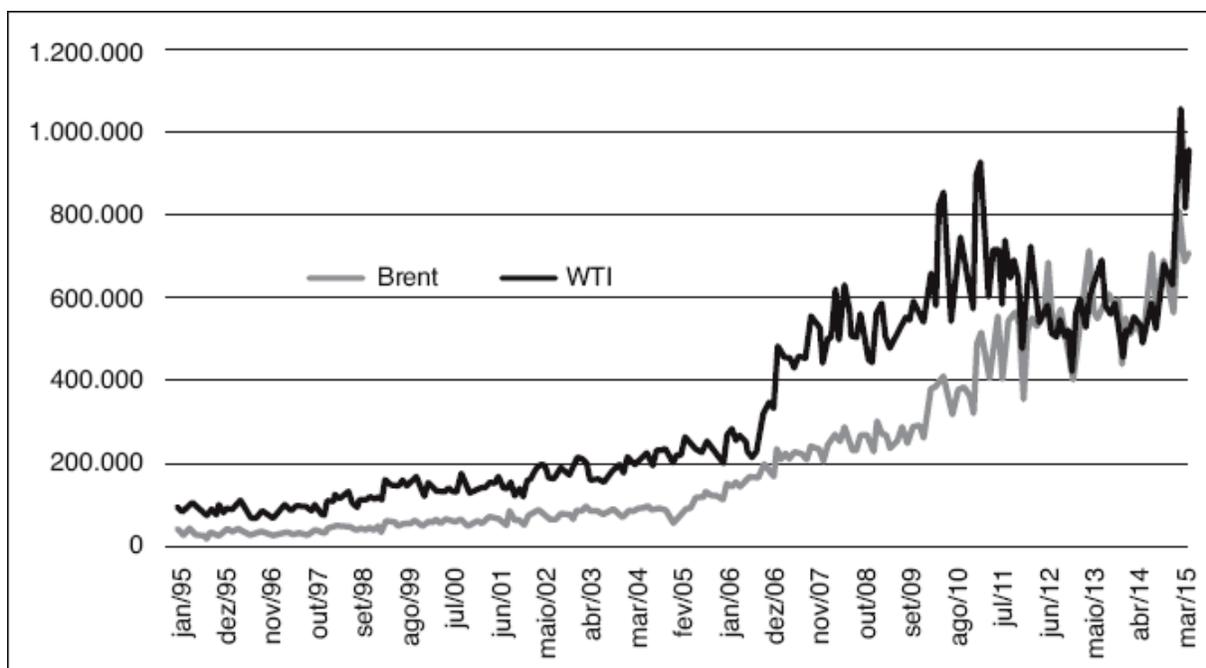
Em conjunto com os mercados *spot* dos petróleos WTI e Brent, onde eram transacionadas cargas físicas, surgiram contratos financeiros referenciados a esses mercados *spot*. Os contratos futuros, que consistem na compra e venda do direito de receber cargas que serão entregues no futuro, foram os primeiros a se desenvolver, ainda nos anos 1980. Nos EUA, os contratos futuros associados ao WTI surgiram em 1983. No Mar do Norte, foram necessárias três tentativas até o estabelecimento de um mercado futuro para contratos de Brent, em 1988.

Os contratos futuros, que já existiam para outras *commodities*, surgiram no mercado de petróleo com propósito similar: possibilitar a gestão dos riscos associados à compra e venda de petróleo. Como o momento em que o preço de uma carga de petróleo é definido se afasta do momento em que ocorre a negociação entre os agentes, a compra e/ou a venda de um contrato futuro possibilita a mitigação do risco de variação do preço entre esses dois momentos.

Com o passar dos anos, os mercados para esses contratos futuros foram se desenvolvendo e crescendo em termos de número de transações, número de participantes e liquidez. Conforme é possível ver na Figura 4.4, o volume transacionado em ambos os mercados futuros cresceu, com

aceleração desse movimento na década de 2000. Além disso, em paralelo aos contratos futuros, desenvolveram-se outros mecanismos financeiros, como os *swaps* e as opções.

O florescimento dessa variedade de instrumentos financeiros e a aceleração do desenvolvimento dos mercados futuros de petróleo na década de 2000 coincidiram com um período de forte elevação nos preços dos óleos marcadores. Essa coincidência motivou observadores, políticos e acadêmicos a levantarem a hipótese de que a elevação dos preços teria a especulação financeira como causa principal. Basicamente, segundo essa hipótese, o volume de recursos financeiros destinados ao investimento em petróleo provocaria uma bolha de preços desconectada dos fundamentos de oferta e demanda do mercado.



**FIGURA 4.4** Volume médio mensal de transações realizadas nos mercados futuros do WTI e do Brent (1995-2015). Fonte: CME Group (WTI) e Intercontinental Exchange (Brent), dados compilados pela Bloomberg.

A partir de 2008, ano em que os preços do petróleo atingiram recordes históricos, desenvolveu-se uma literatura razoável para discutir o tema, com

elevado grau de polarização.<sup>xlvi</sup> De um lado, estavam aqueles que discordavam da hipótese do papel da especulação financeira na escalada de preços dos óleos marcadores nos anos 2000, e acreditavam que os mercados financeiros são eficientes e refletem apenas as informações dos agentes sobre os fundamentos de mercado. De outro, estavam aqueles que concordavam com a hipótese e acreditavam que os “comportamentos de manada” e a atuação de investidores de maior envergadura, que não possuem ativos físicos, poderiam afastar os preços nos mercados futuros dos fundamentos de mercado por períodos prolongados.

A síntese dessa literatura mostra que ainda não há um consenso<sup>xlvii</sup> sobre a validade da hipótese de que a especulação financeira provocou a elevação dos preços do petróleo no período que vai de 2000 a 2008. Uma das principais dificuldades está no fato de que não há uma forma universalmente aceita de testar essa hipótese com os dados à disposição dos pesquisadores. Considerando que a especulação financeira pode ser definida como o ato de comprar um ativo financeiro com a intenção de auferir ganhos puramente com a elevação de seu preço, faz-se necessário identificar as intenções dos agentes em cada transação realizada para poder testar essa hipótese adequadamente.

As informações disponíveis sobre os participantes do mercado futuro permitem apenas uma identificação do grupo ao qual pertencem os agentes que realizaram as transações. Partindo dessa informação, é muito comum associar uma postura especulativa aos agentes que estão no grupo das instituições financeiras e uma postura não especulativa aos agentes que estão no grupo das empresas de petróleo. Embora essa associação seja razoável, é possível identificar contraexemplos relevantes: empresas que transacionaram contratos futuros de petróleo sem o objetivo de gerir o risco de suas operações, assim como bancos e instituições financeiras que participaram do mercado futuro de petróleo para gerenciar o risco assumido em transações com seus clientes.

Dada a impossibilidade de se identificar as intenções dos agentes que operam no mercado futuro, uma estratégia possível para o teste da hipótese de especulação financeira consiste no teste da hipótese complementar, ou seja, testar se os fundamentos de mercado são suficientes para explicar a variação dos preços. Embora seja teoricamente razoável, testar se os fundamentos de mercado são suficientes para explicar a variação dos preços é tão, ou mais, difícil que identificar as intenções de agentes no mercado financeiro. As diferentes abordagens existentes apenas para tratar do papel da OPEP no mercado de petróleo, que foram mostradas na seção anterior, evidenciam a dificuldade em se chegar a um modelo definitivo da interação entre os fundamentos de mercado e os preços do petróleo.

À parte do debate sobre a especulação financeira, é inevitável reconhecer que o desenvolvimento dos contratos financeiros associados ao mercado de petróleo criou uma conexão maior deste com os mercados de *commodities* e de outras classes de ativos financeiros. Ou seja, essa maior conexão entre o mercado de petróleo e o setor financeiro pode fazer com que os preços do petróleo também sofram influências de questões, como, por exemplo, as flutuações cambiais e as características da política monetária das principais economias. Isso sem dúvida amplia o número de fatores que o analista dedicado ao mercado de petróleo deve acompanhar de agora em diante para compreender o movimento dos preços.<sup>xlvi</sup>

## 4.5 Conclusões

Este capítulo resumiu a discussão clássica da economia dos recursos energéticos, com ênfase nos recursos fósseis e, sobretudo, no petróleo. Espera-se que o leitor tenha aprendido os conceitos de recursos e reservas e estruturas de mercado; e seja capaz de os interpretar dentro da indústria energética, em especial para o caso do petróleo.

As questões da segurança energética, escassez e acesso a recursos estratégicos, que nortearam em 1865 o texto clássico de Jevons para o carvão, aqui em epígrafe, permanecem válidas no mundo em cujo sistema energético o petróleo ainda é, e deverá permanecer por algumas décadas, a principal fonte primária de energia. Mas, como está no próprio texto de Jevons e em sua citação aqui neste capítulo, a estas questões se soma o desafio distributivo intra e intergerações, que, diante da escala mundial de uso de combustíveis fósseis, também diz respeito aos impactos ambientais da indústria energética para as futuras gerações.

Não há espaço aqui para tratar de tantos e tão vastos panoramas. Porém, devemos lembrá-los, pois “*even if our successors be less happily placed than ourselves they will not then blame us*”.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Contrato futuro:** ativo que confere ao portador o direito de receber determinada quantidade de uma *commodity* em uma data no futuro. O vendedor, por sua vez, tem a obrigação de fornecer a quantidade determinada em contrato na data estipulada. A negociação dos contratos futuros se dá em bolsas de futuros, que centralizam as transações e fazem a intermediação entre compradores e vendedores.
- **Mercado spot:** mercado em que cargas físicas de uma *commodity* são negociadas para entrega imediata. Normalmente, seus participantes compram e vendem a *commodity* por motivações comerciais. Usualmente, seus preços são cotados por empresas especializadas, que coletam e compilam informações sobre as transações realizadas ao longo do dia.
- **Petróleo marcador:** corrente de petróleo cujas cargas são negociadas em um mercado de grande liquidez com diversidade de compradores e vendedores. O seu caráter de “marcador” se dá pela sua ampla

utilização como referência de nível de preços em contratos de compra e venda de outras correntes de petróleo.

- **Reservas:** as reservas constituem uma parte dos recursos naturais, ou seja, um subconjunto dos mesmos. As reservas são definidas, *grosso modo*, como aquela porção de recursos econômica e tecnicamente viável de ser recuperada, no momento de sua determinação. Existem duas abordagens para a delimitação de reservas: uma determinista, que classifica as reservas em medidas, indicadas e inferidas, e outra probabilista, que considera as reservas conforme probabilidades ou graus de incerteza quanto à quantidade mínima de recurso passível de ser recuperada.
- **Últimos recursos recuperáveis (URR):** consiste naquela quantidade de recurso natural, estimada durante o ciclo de vida de um poço ou jazida, passível de ser potencialmente recuperável de uma acumulação, somada à quantidade que já foi produzida. Nesse sentido, os URR podem ser desagregados geralmente em três categorias: produção acumulada, reservas (inclui o crescimento delas) e recursos não descobertos.

## Questões

- 4.1 Frequentemente, fala-se de recursos e reservas sem distinção alguma. É correto o uso indistinto? Por que é útil entender esses dois conceitos?
- 4.2 Quais as razões pelas quais a regra de Hotelling não pode ser estritamente aplicada ao petróleo, mesmo sendo este considerado como um recurso não renovável, na escala de tempo antrópica?
- 4.3 Por que para os mercados de energia, por exemplo, é necessário que haja regulação do setor?

- 4.4 É comum ouvir a mídia não especializada afirmar que o cartel de produtores de petróleo da OPEP tomou alguma decisão que influenciou o mercado de petróleo. A OPEP pode realmente ser chamada de um cartel? Quais são as características que a diferenciam de um cartel tradicional?
- 4.5 O fato de que a OPEP influencia o comportamento dos preços de petróleo no mercado internacional faz parte do senso comum. Ao longo da história, quais foram os mecanismos que permitiram essa influência?

### LEITURA COMPLEMENTAR

Sugere-se ao leitor a consulta às referências indicadas em notas ao longo do capítulo.

### NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i GONZÁLEZ, E. M.; SZKLO, A.; LUCENA, A. F. P. Reservas, recursos e últimos recursos recuperáveis (URR): definições e aplicação no caso colombiano. *Anais XV Congresso Brasileiro de Energia*, v. I. Segurança Energética e Desenvolvimento Econômico, Rio de Janeiro, 2013, p. 55-72.
- ii SARAIVA, T. *Uma aplicação de um modelo Multi-Hubbert modificado para a elaboração de cenários de produção de petróleo no Brasil*. 2013. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (Dissertação de Mestrado).
- iii SPE. *Guidelines for application of the petroleum resources management system*. SPE, 2011. Disponível em: [http://www.spe.org/industry/docs/PRMS\\_Guidelines\\_Nov2011.pdf](http://www.spe.org/industry/docs/PRMS_Guidelines_Nov2011.pdf). Acesso em: 30 abr. 2015.
- iv Ver <http://www.world-petroleum.org/index.php?/Reserves-Resources/reserves-a-resources.html>.
- v GONZÁLEZ, E. M.; SZKLO, A.; LUCENA, A. F. P. Aplicación del modelo Multi-Hubbert para la elaboración de escenarios de

producción de petróleo en Colombia. *Anais V Encontro Latinoamericano de Economía de la Energía*, Medellín, Colombia, 2015.

vi VARGAS, C. A. *Evaluating total Yet-to-Find hydrocarbon volume in Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2012. Disponível em: [http://www.anh.gov.co/media/libros\\_geologia/Evaluating%20total\\_Yet\\_to\\_Find\\_hydrocarbon\\_volume\\_in\\_Colombia.pdf](http://www.anh.gov.co/media/libros_geologia/Evaluating%20total_Yet_to_Find_hydrocarbon_volume_in_Colombia.pdf). Acesso em: 25 mar. 2015.

vii HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources. *The Journal of Political Economy*, 39, 1931, p. 137-175.

viii PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*. Maryland (USA): The Johns Hopkins University Press Baltimore, 1990.

ix o mesmo que iii.

x BLACK, G. Is Hotelling's rule relevant to domestic oil production? *Journal of Environmental Economics and Management*, 36, 149-169, article n. EE981042, 1998.

SMITH, J. L. On the portents of peak oil (and other indicators of resource scarcity). Department of Finance Southern Methodist University Dallas (USA), 2010.

xi HUBBERT, K. *Nuclear energy and the fossil fuels*. Shell, Houston, 1956. Disponível em: <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

xii MAGGIO, G.; CACCIOLA, G. When will oil, natural gas, and coal peak? *Fuel*, v. 98, 2012. p. 111-123,

xiii SZKLO, A.; MACHADO, G.; SCHAEFFER, R. Future oil production in Brazil – Estimates based on a Hubbert model. *Energy Policy*, v. 35, n. 4, 2007. p. 2360-2367.

xiv AL-FATTAH, S. M.; STARTZMAN, R. A. Forecasting world natural gas supply. *Journal of Petroleum Technology*, v. 52, n. 5, 2000.

Esta unidade corresponde a mil barris por dia.

- xvi Define-se  $P(x)$  como a quantidade de recurso passível de ser técnica e economicamente extraível no momento de sua determinação com  $x$  % de certeza.
- xvii VASCONCELLOS, M. A. S. *Economia* – micro e macro: teoria e exercícios. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- xviii PINTO JR., H. Q.; FIANI, R. Regulação econômica. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. 12. tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p. 515-542.
- xix Do inglês, *supply* (oferta).
- xx WONNACOTT, P.; WONNACOTT, R.; CRUSIUS, Y. R.; CRUSIUS, C. A. *Introdução à economia*. 2. ed. São Paulo: Editora Makron Books, 1994.
- xxi A elasticidade constitui a sensibilidade de uma variável frente a mudanças em uma ou mais variáveis. Um exemplo disso seria o quanto a demanda de determinado bem varia em função de mudanças no seu preço, permanecendo as restantes variáveis constantes.
- xxii Criação e manutenção de canalização (infraestrutura física) para gás.
- xxiii VARIAN, H. R. *Microeconomia: conceitos básicos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- xxiv Do inglês, *labor* (trabalho).
- xxv IOOTY, M.; SZAPIRO, M. Economias de escala e de escopo. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. 12. tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p. 43-70.
- xxvi PYNDICK, R.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- xxvii ANDERSON, S. P. Stackelberg versus Cournot oligopoly equilibrium. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 10, issue 1, march 1992. p. 127-135.
- xxviii Termo vago e frequentemente criticado na literatura.

- xxix POSSAS, M.; PONDÉ, J.; FAGUNDES, J. Regulação da concorrência nos setores de infraestrutura no Brasil. *Relatório de Pesquisa IPEA*, Rio de Janeiro: IPEA, 1997.
- xxx VISCUSI, W. K.; VERNON, J. M.; HARRINGTON JR., J. E. *Economics of regulation and antitrust*. 2. ed. The MIT Press, 1995.
- xxxi Caso de regulação ativa.
- xxxii Caso de regulação reativa, ou seja, quando há tentativa de inibir a competição quando a mesma é viável técnica e economicamente. Logo, busca-se preservar a defesa da concorrência nos segmentos contestáveis.
- xxxiii CHEVALIER, J. M. Les réseaux de gaz et d'électricité: multiplication des marchés contestables et nouvelle dynamique concurrentielle. In: *Revue D'Économie Industrielle*, n. 72, 1995. p.7-28.
- xxxiv Ver <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/ElleryFNE.pdf>.
- xxxv Ver <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>.
- xxxvi Ver [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19478.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm).
- xxxvii Ver [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/111909.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111909.htm).
- xxxviii Ver [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7382.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7382.htm).
- xxxix Ver [www.aneel.gov.br/arquivos/ppt/ANovaLeidoGas2.ppt](http://www.aneel.gov.br/arquivos/ppt/ANovaLeidoGas2.ppt).
- xl AL-QAHTANI, A.; BALISTRERI, E.; DAHL, C. *Literature review on oil market modeling and OPEC's behavior*. Working paper, Colorado School of Mines, 2008. Disponível em: <http://www.cepe.ethz.ch/education/EnergyPolicy/LitReviewOPEC.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2015.
- xli YERGIN, D. *The prize: the epic quest for oil, money & power*. New York: Ed. Free Press, 2008. FATTOUH, B. Oil Market Dynamics Through the Lens of the 2002-2009 Price Cycle. *OIES Working Papers WPM*, v. 39, 2010.
- xlii PERTUSIER, R. R. Sobre a eficácia da OPEP como cartel e de suas metas como parâmetros de referência para os preços do petróleo.

2014. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da UFRJ (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/gee4/images/producao/dissertacao\\_tese/317/2004eficaciaopep.pdf](http://www.ie.ufrj.br/gee4/images/producao/dissertacao_tese/317/2004eficaciaopep.pdf)>.

- xliii Emirados Árabes Unidos.
- xliv TANG, L.; HAMMOUDEH, S. An empirical exploration of the world oil price under the target zone model. *Energy Economics*, 24(6), 2002. p. 577-596.
- xlv MABRO, R. *On oil price concepts*. Oxford Institute for Energy Studies, 1984.
- xlvi MANERA, M. Introduction to a special issue on “Financial Speculation in the Oil Markets and the Determinants of the Price of Oil.” *The Energy Journal*, v. 34, n. 3, 2013. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/aen/journal/ej34-3-intro.html>. Acesso em: 18 mar. 2015.
- xlvii BASSAM FATTOUH, L. K. The role of speculation in oil markets: what have we learned so far? *The Energy Journal*, v. 34, n. 3, 2013. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/aen/journal/ej34-3-01.html>. Acesso em: 03 fev. 2015.
- xlviii SILVÉRIO, R. P. O papel da esfera financeira no processo de determinação dos preços do petróleo no mercado internacional: uma análise de price discovery dos mercados Brent e WTI no período 1990-2011. 2012. COPPE/UFRJ (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <[http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe\\_m/RenanPinheiroSilverio.pdf](http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/RenanPinheiroSilverio.pdf)>.

## **PARTE II**

# **GEOPOLÍTICA, RELAÇÕES INTERNACIONAIS E QUESTÕES GLOBAIS**

### **CAPÍTULO 5**

Mudança Climática: Causas e Perspectivas

### **CAPÍTULO 6**

Florestas, REDD+ e Biodiversidade Brasileira

### **CAPÍTULO 7**

Desafios do Antropoceno

### **CAPÍTULO 8**

Economia, Indústria e Geopolítica Energética

### **CAPÍTULO 9**

Integração Energética e Desenvolvimento Regional



# Mudança Climática: Causas e Perspectivas

# 5

*Carolina Burle Schmidt Dubeux*

*William Wills*

*Emilio Lèbre La Rovere*

*Isabella Zicarelli*

*Tente mover o mundo; o primeiro passo será mover a si mesmo.*

(Platão)

## 5.1 INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera poderá causar uma mudança no clima do planeta com consequências socioeconômicas e ambientais drásticas. Assim, em 1992, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) foi ratificada por 195 países, inclusive pelo Brasil, para, de forma cooperativa, reduzir suas emissões de GEE, bem como lidar com os impactos climáticos. Nas sucessivas reuniões da Convenção, denominadas Conferências das Partes (COP, sigla em inglês), vêm sendo negociados compromissos de mitigação de emissões e mecanismos de adaptação, já que as emissões passadas e as inevitáveis levarão a algum nível de mudança no clima.

Historicamente, a dificuldade em se obter avanços significativos se deve ao receio dos países quanto aos possíveis impactos que os distintos níveis de compromisso possam causar em suas economias. Políticas climáticas influenciam diretamente o crescimento do PIB e a geração de emprego e renda, entre outros indicadores socioeconômicos. Para que um país possa avaliar suas opções e firmar compromissos na UNFCCC, são necessários estudos que permitam estimar seus efeitos na economia. É fundamental conciliar a redução das emissões de GEE, a adaptação, o crescimento econômico, a melhoria no mercado de trabalho e a redução da desigualdade social, entre outros objetivos condizentes com o desenvolvimento sustentável.

Assim, apesar de o primeiro instrumento de mitigação de emissões, o Protocolo de Quioto, ter sido adotado na COP 3, em 1997, somente em 2005 entrou em vigor, quando alcançou a adesão mínima requerida. O Protocolo fixou metas individuais aos países desenvolvidos (ou países Anexo I) que, em conjunto,<sup>1</sup> deveriam reduzir em média 5,2 % de suas emissões anuais, relativamente às emissões de 1990, no período de 2008-2012, bem como criou mecanismos de mercado para que a internalização do custo do carbono na economia pudesse ser mais eficiente do que o seria com cada país agindo isoladamente. A maior parte dos países cumpriu suas metas; no entanto, a ausência de compromisso por parte dos Estados Unidos, principal emissor histórico, e de países emergentes como a China, atualmente o maior emissor, fez com que as emissões globais continuassem a crescer.

Depois de sucessivas negociações, em 2009, na COP 15, estabeleceu-se o Acordo de Copenhague, que previu compromissos de mitigação por todas as grandes economias — incluindo, pela primeira vez, os principais países em desenvolvimento como a China, a Índia e o Brasil. No entanto, as *metas quantificadas de emissões de toda a economia* para países desenvolvidos<sup>2</sup> e as *ações nacionalmente apropriadas de mitigação*

(NAMA, sigla em inglês) para países em desenvolvimento<sup>3</sup> não seriam suficientes para dar conta da estabilização climática.

Assim, novas negociações tiveram curso e na COP 21, em 2015, chegou-se ao Acordo de Paris que, juntamente com uma Decisão da COP, reafirma o objetivo de limitar o aumento da temperatura global abaixo de 2 °C — valor estabelecido politicamente como ainda factível e no limite do suportável — enquanto incita esforços para limitar o aumento a 1,5 °C. O Acordo firma compromissos de mitigação pelos países, denominados *contribuições nacionalmente determinadas pretendidas* (iNDCs, sigla em inglês), e estabelece prosseguimentos domésticos para alcançá-los. Os países devem também informar regularmente os progressos alcançados, submeter-se à avaliação internacional e apresentar iNDCs mais ambiciosas a cada cinco anos. O Acordo de Paris reafirma também as obrigações dos países desenvolvidos em apoiar os esforços de mitigação e de adaptação daqueles em desenvolvimento e, para isto, estende até 2025 o objetivo já preconizado na COP 16 de mobilizar US\$ 100 bilhões por ano até 2020, além de estabelecer um novo objetivo de se definir um patamar mais ambicioso, para o período pós 2025. Finalmente, dentre as principais medidas, o Acordo conclama as partes para a formulação de um novo mecanismo de comércio de emissões.

Feito esse breve histórico das negociações globais, na Seção 5.2 deste capítulo apresenta-se a relação estreita entre o desenvolvimento econômico e a mudança do clima, bem como as consequências dela decorrentes. Nas Seções 5.3 e 5.4, respectivamente, são evidenciados os conceitos de mitigação e de adaptação, e as medidas pertinentes. Na Seção 5.5, apresentam-se as políticas climáticas e os instrumentos disponíveis para sua implementação. A Seção 5.6 mostra os custos de mitigação e adaptação e o instrumental de avaliação mais utilizado para tomadas de decisão disponível na literatura — incluindo exemplos de estudos realizados no Brasil. Com estas cinco seções, o capítulo oferece ao leitor um panorama geral das

questões que envolvem este que é o maior problema do planeta na atualidade para então concluir na Seção 5.7.

“A mudança climática é um problema complexo, que, embora de natureza ambiental, tem consequências sobre todas as esferas da existência em nosso planeta. Tanto impacta como é impactada por questões globais, incluindo a pobreza, o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, o desenvolvimento sustentável e a gestão de recursos. Não é de se estranhar, portanto, que as soluções venham de todas as disciplinas e áreas de pesquisa e desenvolvimento.”<sup>i</sup>

## 5.2 O CLIMA E A ECONOMIA

A temperatura média próxima à superfície da Terra seria cerca de 17 °C abaixo de zero em razão do balanço energético natural do planeta com o Sol, a atmosfera e o espaço, caso não houvesse na atmosfera gases com características “estufa”, destacando-se entre eles o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Esses gases “transparentes” às radiações solares, mas absorvedores da radiação térmica refletida pela Terra, aquecem a atmosfera, levando a temperatura a cerca de 15 °C, mais favorável à vida como a conhecemos. Entretanto, sua concentração na atmosfera vem aumentando de forma acentuada desde a Revolução Industrial, principalmente pela queima de combustíveis fósseis,<sup>4</sup> sendo capaz de intensificar o efeito estufa e modificar as condições climáticas do planeta. Por ter origem na atividade econômica, convencionou-se chamar este fenômeno de efeito estufa antropogênico.

Os GEE que ocorrem naturalmente na atmosfera são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), vapor de água (H<sub>2</sub>O) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), enquanto clorofluorcarbonetos (CFC),<sup>5</sup> hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbonos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) são sintéticos. Os

gases têm distintos poderes de aquecimento global (GWP, sigla em inglês) em função de sua eficiência radiativa e permanência na atmosfera, e podem ser todos expressos em uma única unidade, o dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), composto por centenas de cientistas de diversas nacionalidades, é o principal organismo internacional para a avaliação da mudança climática. Tem a função de avaliar o estado da compreensão humana sobre o problema do clima, ajudando, assim, os formuladores de políticas a decidir sobre as ambições de mitigação e respectivas ações, bem como sobre as estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

O último relatório de avaliação do IPCC referente às bases científicas físicas — *IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*<sup>ii</sup> — resume a compreensão do problema até o momento, com maior ou menor confiabilidade, conforme a seguir:

- O aquecimento do sistema climático é inequívoco e desde a década de 1950 muitas das mudanças observadas são sem precedentes em milênios. A atmosfera e o oceano têm se aquecido, a quantidade de neve e gelo têm diminuído, o nível do mar subiu e as concentrações de GEE aumentaram. Cada uma das três últimas décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície da Terra do que qualquer década anterior, desde 1850. É praticamente certo que a camada superior do oceano (0-700 m) tenha se aquecido entre 1971 e 2010. Ao longo das duas últimas décadas, a Groenlândia e as camadas de gelo da Antártica têm perdido massa e as geleiras continuaram a encolher em quase todo o mundo. A taxa de aumento do nível do mar desde meados do século XIX tem sido maior do que a taxa média durante os dois milênios anteriores.

- A influência humana sobre o sistema climático é clara. As concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico aumentaram para níveis sem precedentes pelo menos nos últimos 800.000 anos. As concentrações de dióxido de carbono aumentaram 40 % desde os tempos pré-industriais, principalmente oriundas de emissões de combustíveis fósseis e, secundariamente, de emissões líquidas de mudança do uso da terra. O oceano absorveu cerca de 30 % do dióxido de carbono antropogênico emitido, o que causa sua acidificação.
- As mudanças climáticas têm impactado sistemas naturais e humanos em todos os continentes e oceanos. Em muitas regiões, a mudança na precipitação e/ou o derretimento de neve e gelo estão alterando os sistemas hidrológicos, que afetam quantitativa e qualitativamente os recursos hídricos. Muitas espécies de água doce, marinhas e terrestres sofreram alteração no seu número de indivíduos, em suas escalas geográficas, atividades sazonais, padrões de migração e interações com outras espécies. Impactos negativos das mudanças climáticas sobre o rendimento das culturas têm sido mais comuns do que os impactos positivos.
- Emissões continuadas de GEE causarão mais aquecimento e mudanças em todos os componentes do sistema climático. A limitação das alterações climáticas vai exigir reduções substanciais e sustentadas de emissões. As emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> vão determinar, em grande parte, o aquecimento da superfície média global até o final do século XXI e além. A maioria dos aspectos das alterações climáticas vai persistir por muitos séculos, mesmo se as emissões cessarem.

Para avaliar as perspectivas e subsidiar as decisões em âmbito da UNFCCC, o IPCC utiliza a técnica de construção de cenários, fazendo uso de modelos computacionais. O IPCC apresentou um conjunto de cenários,

denominados Caminhos de Concentração Representativos (RCP, sigla em inglês), que se referem às distintas concentrações de GEE ao longo do tempo, para os quais Modelos de Avaliação Integrados (AIM, sigla em inglês) produziram cenários de emissões em função de hipóteses de crescimento econômico, demográfico e outros *drivers* de emissões de GEE e aerossóis<sup>6</sup> e medidas de mitigação.<sup>iii</sup>

### 5.2.1 Emissões mundiais de gases de efeito estufa

Globalmente, do total de 49 GtCO<sub>2</sub>e (bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) emitidas em 2010, 76 % foram de CO<sub>2</sub>, 16 % de CH<sub>4</sub>, 6,2 % de N<sub>2</sub>O e, por fim, 2 % de outros gases. Setorialmente, as emissões com maior participação são as provenientes da produção de energia (17 Gt), seguidas das do desmatamento e das atividades agrícolas (12 Gt), da indústria (10 Gt) e do setor de transportes (7 Gt). As de menor escala são as dos edifícios (3 Gt) e do tratamento de resíduos e de efluentes (1,0 Gt), como pode se observar na Figura 5.1.

Os gases emitidos pelo uso de energia (inclusive emissões fugitivas)<sup>7</sup> são CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Ressalta-se que o CO<sub>2</sub> de fontes de biomassa, quando renovável, praticamente não agrava o efeito estufa visto que o crescimento do vegetal retira carbono da atmosfera, produzindo, assim, um balanço próximo de zero (um ciclo fechado em que ocorre sequestro-emissão-sequestro). Isto se aplica também aos seus derivados, como etanol, biodiesel, biogás, carvão vegetal etc.<sup>8</sup> No setor de oferta de energia estão computadas as emissões da produção e transformação de energia, como extração e refino de petróleo; extração e processamento de gás natural e de carvão; e geração de eletricidade e calor. Vale registrar que energia elétrica de origem hidráulica,<sup>9</sup> nuclear, eólica ou fotovoltaica não emite.

Na indústria, além das emissões de energia, há aquelas provenientes dos processos industriais pela transformação química ou física de materiais

(por exemplo, na produção de cimento) e pelo uso de produtos, como gases refrigerantes, espumas e aerossóis. Nestes casos, há emissões de PFC, HFC, CFC e SF<sub>6</sub>.

As atividades relacionadas à agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU, sigla em inglês) emitem CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Em torno de 50 % da biomassa seca dos vegetais são carbono. Assim, quando ocorre perda de cobertura vegetal, o carbono nela estocado é liberado para a atmosfera em forma de CO<sub>2</sub> ou de CH<sub>4</sub>. Quanto mais densa a área vegetada, maior seu estoque de carbono. Como há também estoque de carbono no solo, este carbono é transferido para a atmosfera na ocorrência de desmatamento ou cultivo agrícola tradicional e, então, incorporado ao solo quando há aumento da cobertura vegetal. Na agropecuária, as emissões de CH<sub>4</sub> decorrem basicamente dos processos digestivos dos ruminantes e do manejo dos dejetos animais, que também emite N<sub>2</sub>O. Há ainda emissões de CH<sub>4</sub> provenientes do cultivo de arroz em várzeas, de CO<sub>2</sub> do uso de corretivos agrícolas, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O da queima de biomassa, de N<sub>2</sub>O do uso de adubos nitrogenados, entre outros.

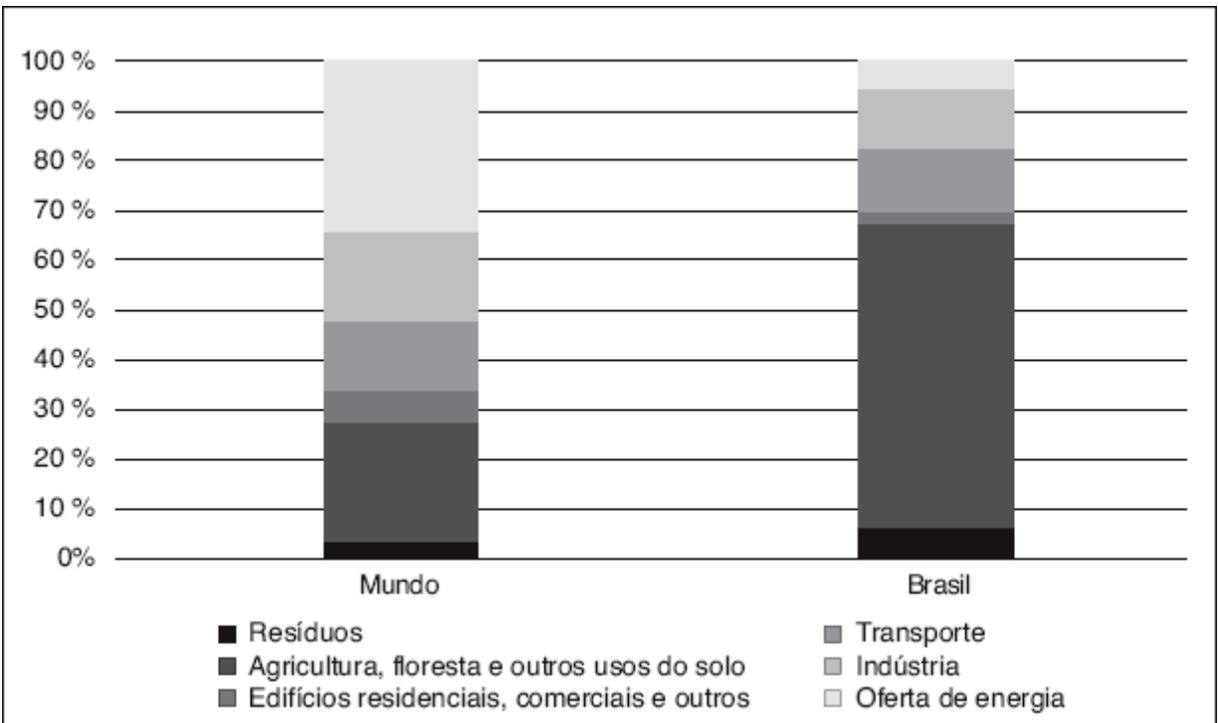
Finalmente, há as emissões do tratamento de resíduos sólidos e efluentes. As emissões mais relevantes são as de CH<sub>4</sub> provenientes da digestão anaeróbia da carga orgânica dos resíduos sólidos e de esgotos sanitários, a exemplo do que ocorre com dejetos animais, ocorrendo também nestes casos a emissão de menores parcelas de N<sub>2</sub>O pela ingestão de proteína.

## **5.2.2 Emissões brasileiras de gases de efeito estufa**

No Brasil, foram emitidos 1.364 MtCO<sub>2</sub>e (aproximadamente 1,4 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente), em 2010, dos quais 54,2 % foram de CO<sub>2</sub>, 34,4 % de CH<sub>4</sub>, 10,9 % de N<sub>2</sub>O e, por fim, 0,5 % de outros gases.<sup>iv</sup> Quanto às emissões setoriais, as de maior participação foram as provenientes de

agricultura e uso do solo (846 MtCO<sub>2</sub>e), transporte (175 MtCO<sub>2</sub>e), indústria (162 Mt), oferta de energia (81 Gt) e resíduos (71 Mt). Em menor escala, foram as emissões das edificações e de outros usos de energia (29 Mt).

A participação de cada setor nas emissões de GEE no Brasil reflete a estrutura da economia brasileira, como pode ser observado na Figura 5.1. Apresenta, portanto, um perfil distinto daquele do panorama global. Isto porque há tanto grandes áreas florestais ainda sendo desmatadas — apesar de as taxas de desmatamento terem diminuído sobremaneira nos últimos anos — quanto agricultura pungente, o que faz dessas as maiores fontes de emissões.<sup>10</sup> Por outro lado, temos uma oferta interna de energia com alta participação de fontes não fósseis. Em 2010, tais fontes alcançaram 46,1 % do total da oferta interna bruta.<sup>v</sup> É notável a participação dessas fontes na geração de energia elétrica (74 % hidroeletricidade, 4,7 % biomassa, 2,7 % nuclear e 0,4 % eólica, em 2010), bem como no setor de transportes, que conta com etanol de cana-de-açúcar e com biodiesel, reduzindo a demanda por derivados de petróleo. Ressalta-se que as emissões do setor energético vêm aumentando devido à maior participação das fontes fósseis na oferta interna, que cresceu de 55,3 % em 2010 para 60,6 % em 2014.<sup>vi</sup>



**FIGURA 5.1** Emissões de gases de efeito estufa globais e do Brasil por setor, em 2010. Fonte: IPCC (2014a) para emissões globais e MCTI (2016) para emissões nacionais.

### 5.2.3 Emissões por países

O acúmulo de GEE na atmosfera é resultado das emissões do passado dos países já industrializados e das emissões correntes, aí incluindo as dos países em desenvolvimento, que reclamam o direito de emitir e ainda responsabilizam os industrializados pelo problema (princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, *versus* princípio do poluidor pagador).<sup>11</sup> Uma simples observação dos principais indicadores utilizados na literatura revela disparidades que ensejam questões de equidade, subjacentes às negociações.

Por exemplo, do ponto de vista das emissões históricas, de acordo com o World Resources Institute (WRI), os Estados Unidos emitiram 27 %, enquanto a União Europeia 25 %, a China 11 %, a Rússia 8 % e o Japão 4 %, que juntos totalizaram 75% do total emitido no período de 1850-2011.<sup>vii</sup>

O Brasil, ocupa o 22<sup>o</sup> lugar, com 1 %. Já os valores anuais das emissões revelam uma inversão de papéis. Do total emitido em 2011, as emissões da China representaram 22 %, dos EUA 13 %, da União Europeia (28 países) 9 %, da Índia 5 % e da Rússia 4 %. Apenas nove países mais a União Europeia foram responsáveis por 59 % do total. Por outro lado, quando se analisam as emissões *per capita*, em 2012, os EUA continuam na dianteira, com 18,55 tCO<sub>2</sub>e/hab., seguidos da Rússia com 15,75 tCO<sub>2</sub>e/hab., do Japão com 9,46 tCO<sub>2</sub>e/hab., do Brasil com 9,18 tCO<sub>2</sub>e/hab., da União Europeia (28 países) com 8,22 tCO<sub>2</sub>e/hab., da China com 7,91 tCO<sub>2</sub>e/hab. e da Índia com 2,33 tCO<sub>2</sub>e/hab.<sup>viii</sup>

### **5.3 MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE — MEDIDAS APLICÁVEIS**

“Mitigação é uma intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa.”<sup>ix</sup> Em termos gerais, ou seja, sem considerar as especificidades de cada economia, as principais medidas que reduzem emissões ou sequestram GEE recomendadas pelo IPCC, por setor, estão apresentadas no Quadro 5.1.

### **5.4 ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA — MEDIDAS APLICÁVEIS**

A adaptação à mudança do clima consiste no “processo de adaptação ao clima real ou esperado e seus efeitos. Em sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar danos ou, ainda, explorar oportunidades. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e seus efeitos. Um primeiro passo para a adaptação à futura mudança climática é a redução da vulnerabilidade e da exposição à variabilidade climática no presente”.<sup>x</sup> Diferentemente da mitigação, cujo

local em que ocorre é indiferente para o clima, a adaptação tem benefício local.

### QUADRO 5.1 | Medidas de mitigação recomendadas pelo IPCC

Setor	Medidas de Mitigação
<b>Oferta de energia</b>	Melhoria da eficiência energética e redução de emissões fugitivas em extração de combustíveis, conversão de energia, transmissão e sistemas de distribuição; substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis e nuclear; CCS* (sigla em inglês para captura e sequestro de carbono).
<b>Transporte</b>	Combinação do uso de combustíveis de baixo carbono com a adoção das melhores tecnologias de veículos e de desempenho de motor; investimentos em infraestruturas de transporte conexas e que favoreçam menores percursos; incentivo à transferência modal para sistemas menos carbono-intensivos e em infraestrutura e formas urbanas compactas; e opções para se evitarem deslocamentos veiculares, sempre que possível.
<b>Edificações</b>	Substituição de combustíveis carbono-intensivos, incorporação de energias de fonte renovável e telhados verdes; retrofit de edifícios existentes e construção de edifícios eficientes (com maior reflexão da energia solar); uso de equipamentos eficientes; e mudanças de comportamento para reduzir a demanda de energia.
<b>Indústria</b>	Upgrade, substituição e desenvolvimento das melhores tecnologias disponíveis; substituição de combustíveis e de matérias-primas; CCS; uso eficiente de material, reciclagem e reúso de materiais e produtos; aumento de eficiência do produto-serviço (por exemplo, compartilhamento de

	automóveis, vida útil mais longa para os produtos); inovação de produtos (por exemplo, alternativos ao cimento); e redução de demanda de serviços.
<b>AFOLU</b>	Florestamento e reflorestamento, manejo florestal sustentável e redução do desmatamento; na agricultura, gerenciamento adequado de cultivos e pastos e recuperação de solos orgânicos.
<b>Resíduos</b>	Redução da produção, reuso e reaproveitamento de resíduos; e tratamento adequado.
* Processo no qual um fluxo relativamente puro de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) a partir de fontes industriais e energéticas é separado (capturado), condicionado, comprimido e transportado a um local de armazenamento para ser isolado da atmosfera por longo prazo.	

Fonte: IPCC (2014a).

As diferenças na vulnerabilidade e exposição de cada local surgem de fatores não climáticos e das desigualdades multidimensionais, muitas vezes produzidas por processos de desenvolvimento irregulares, moldando diferenças nos riscos advindos da mudança do clima. As pessoas social, econômica, cultural, institucional e politicamente marginalizadas são especialmente vulneráveis às mudanças climáticas. Esta vulnerabilidade é o produto da interseção de processos sociais<sup>12</sup> que resultam em desigualdades socioeconômicas e de renda, bem como de sua exposição.<sup>xi</sup>

O IPCC avalia risco em diferentes contextos ao longo do tempo e considerando níveis factíveis de mitigação global. São riscos: risco de morte, lesões, problemas de saúde ou de obtenção de meios de subsistência devido a tempestades, inundações e aumento do nível do mar; riscos sistêmicos devido a eventos climáticos extremos que levam à desagregação das redes de infraestrutura e serviços críticos, tais como eletricidade, abastecimento de água e serviços de saúde e de emergência; risco de

mortalidade e morbidade durante períodos de calor extremo; risco de insegurança alimentar e da quebra dos sistemas alimentares; risco de perda de meios de subsistência rural e de renda devido ao insuficiente acesso à água potável e para irrigação e à redução da produtividade agrícola; e risco de perda de ecossistemas terrestres, marinhos e costeiros, de biodiversidade e de bens, funções e serviços ecossistêmicos.

As medidas de adaptação<sup>13</sup> ao clima variam conforme o local e o risco a que está exposto, como exemplificadas para a América Central e a América do Sul, no Quadro 5.2.

### **QUADRO 5.2 | Medidas de adaptação recomendadas pelo IPCC**

<b>Riscos-chave</b>	<b>Questões e perspectivas de adaptação</b>
Disponibilidade de água em regiões semiáridas e dependentes do derretimento dos glaciais na América Central; inundações e deslizamentos de terra em áreas urbanas e rurais, devido à precipitação extrema (alta confiança).	Gestão integrada dos recursos hídricos; gestão rural e urbana de inundações (incluindo infraestrutura), sistemas de alerta precoce e melhores previsões de tempo e de escoamento; e controle de doenças infecciosas.
Redução da quantidade e da qualidade de produtos alimentares por impactos agropecuários e sobre a pesca (média confiança).	Desenvolvimento de novas variedades de culturas agrícolas mais adaptadas às alterações climáticas; compensações aos impactos sobre a saúde humana e animal pela redução da qualidade alimentar; compensação aos impactos econômicos da mudança do uso da terra; e fortalecimento

	dos sistemas de conhecimento indígenas e práticas tradicionais.
Propagação de doenças transmitidas por vetores (alta confiança).	Desenvolvimento de sistemas de alerta precoce para o controle e redução de doenças com base em dados climáticos e outros dados relevantes; e estabelecimento de programas para extensão dos serviços básicos de saúde pública.
Inundação costeira e perda de habitat devido ao aumento do nível do mar, a eventos extremos, às mudanças na precipitação e à reduzida resiliência ecológica (média a alta confiança)	Imposição de limites às pressões de turismo, pesca, destruição física e aquicultura insustentável; redução do desmatamento e aumento do reflorestamento de bacias hidrográficas e áreas costeiras para reter sedimentos e nutrientes; e proteção dos manguezais, recifes de coral e plantas marinhas.
Nota: Para IPCC – AR5, a confiança na validade de uma constatação sintetiza a avaliação das evidências (dados, compreensão, teoria, modelos e pareceres de especialistas) e a concordância sobre elas, e é expressa em cinco níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.	

Fonte: Adaptado pelos autores com base em IPCC (2014b).

## 5.5 POLÍTICAS CLIMÁTICAS E RESPECTIVOS INSTRUMENTOS

As políticas de clima ficam fortalecidas se integradas às políticas de desenvolvimento em geral, como, por exemplo, quando geram emprego e renda. Portanto, devem ser consideradas no contexto do desenvolvimento sustentável, de modo a maximizar cobenefícios.<sup>14</sup>

Estabelecidos os objetivos das políticas, há distintos mecanismos para controlar o uso de recursos ambientais, seja como insumo ou matéria-prima, seja como receptor (poluição). Estes mecanismos vão desde os instrumentos de comando e controle (CC) a uma ampla gama de instrumentos orientados para o mercado, conforme analisado em detalhes no Capítulo 2. Os primeiros fixam normas e padrões a serem seguidos pelos usuários individualmente e não necessariamente consideram a capacidade de suporte do meio. Não levam em conta os custos individuais, apenas impondo níveis máximos de uso de recursos ou de poluição. Os instrumentos econômicos (IE) são mais flexíveis, porque incentivam maior redução do nível de uso dos recursos ambientais por parte daqueles usuários que enfrentam custos menores para tal redução, resultando em um menor custo total de conformidade ambiental para a sociedade. Os IE alteram o preço relativo do recurso, deixando para os agentes econômicos (produtor ou consumidor) a decisão sobre comportamentos e adoção de práticas que podem aumentar ou diminuir seus custos. Incentivam a inovação tecnológica e a substituição de sistemas ambientalmente inadequados para sistemas adequados.<sup>xii</sup>

Em mitigação, os dois instrumentos econômicos mais específicos são a taxa de carbono ( $\$/tCO_2e$ ) e as licenças comercializáveis. Neste caso, a taxa destina-se a mudar o comportamento dos usuários, ao alterar preços relativos, reduzindo a demanda por insumos e produtos em função do seu conteúdo de carbono. No caso das licenças, o governo estabelece uma meta total de emissões em determinado período e distribui (ou vende) cotas de emissão ( $tCO_2e$ ) aos usuários, os quais só poderão emitir quantidades correspondentes. Os usuários avaliam se é mais custo-eficiente reduzir suas

emissões aos níveis das cotas, não reduzir e adquirir mais cotas de outros usuários, ou reduzir a mais que suas cotas e vender parte delas.

Assim, os usuários com alto custo de mitigação compram licenças daqueles com baixo custo e os que as vendem reduzem para si e para quem adquiriu suas cotas, encontrando estímulo para esta transação quando a receita com a venda das licenças é maior que seu custo de mitigação. Todos ganham e a quantidade total emitida fica de acordo com a meta de emissão total original do período, mas a um custo total mais baixo do que com a política de padrões, na qual todos são obrigados a diminuir, independentemente de seus custos de abatimento.<sup>15</sup> Há, também, o mecanismo de pagamento por serviços ambientais, como os mecanismos de REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) e de REDD<sup>+</sup> (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável).<sup>16</sup> Em adaptação, os mesmos instrumentos aumentam a eficiência do uso de recursos. É o caso, por exemplo, da cobrança pelo uso da água, seja por intermédio de tributação, seja pela criação de mercados de direito de uso com cotas transacionáveis.

### **QUADRO 5.3** | Instrumentos de controle do uso dos recursos ambientais

<b>Regulamentos e sanções</b>	<b>Cobranças, impostos, taxas e compensações</b>	<b>Criação de mercados de direito de uso</b>	<b>Intervenção na oferta* e/ou na demanda final**</b>
<b>EXEMPLOS (GERAIS E PRINCIPAIS)</b>			
<i>Padrões: o governo restringe tipo e</i>	<i>Cobrança do usuário: o governo cobra</i>	<i>Licenças comercializáveis</i>	<i>Acordos voluntários:* governo e poluidores</i>

quantidade de poluição ou de uso de recursos para poluidores individuais ou usuários de recursos. A conformidade é monitorada e são aplicadas sanções (multas, prisão etc.) para casos de não conformidade.

taxas de poluidores individuais ou de usuários de recursos baseadas na quantidade de poluição ou no uso de recurso. As cobranças são altas o suficiente para criar incentivo para a redução dos impactos ou, ao menos, para financiar investimentos na recuperação do ambiente. O governo pode criar novos tributos ou revisar os convencionais para fixá-los sob a ótica ambiental.

*(cap-and-trade)*: o governo estabelece um sistema de licenças negociáveis (cotas) de poluição ou de uso de recursos, a serem distribuídas ou leiloadas, e monitora sua conformidade. Os poluidores ou usuários de recursos comercializam as licenças em mercado de preços não regulados, onde quem tem baixos custos de conformidade pode vender cotas a quem tem altos custos, a um valor superior aos seus custos e reduzir para si e para quem adquiriu suas cotas.

e/ou usuários de recursos naturais estabelecem acordos para redução de poluição ou de uso de recursos.

*Rotulagem ecológica:*\*\* o governo apoia um programa de rotulagem que exige a divulgação de informação ambiental no uso final do produto (rótulos ecológicos).

*Lista negra:*\*\* o governo divulga lista de poluidores.

*Pagamento por serviços ambientais:*  
incentivos oferecidos a agricultores ou proprietários de terras em troca de que o manejo de sua terra forneça algum tipo de serviço ecológico.

### **VANTAGENS E DESVANTAGENS (GERAIS E PRINCIPAIS)**

Muitas regulamentações exigidas	Algumas regulamentações exigidas	Poucas regulamentações exigidas	Poucas regulamentações exigidas
Baixa eficiência econômica/Baixa conformidade	Alta eficiência econômica/Alta conformidade	Muito alta eficiência econômica/Alta conformidade	Alta eficiência econômica
Disputas judiciais custosas e duradouras	Necessidade de legislação específica para superar restrições fiscais	Necessidade de legislação sobre direitos de propriedade	Normas autoimpostas
Sem receita pública	Receita pública	Receita transferida	Geralmente, requer

recorrente	entre agentes econômicos	subsídios (no caso de acordos e rotulagem)
	(e receita pública quando o governo leiloa cotas)	
Nota: *Intervenção na oferta; **Intervenção na demanda final.		

Fonte: Motta; Huber; Ruitenbeek (1999).

Ressalta-se ainda, a opção de estabelecimento de acordos voluntários entre governo e agentes econômicos para redução de emissões de GEE, aumento de eficiência de equipamentos, redução de consumo de água, entre outros, geralmente, politicamente atraentes. A implementação de ações de educação e a elaboração de instrumentos informativos que afetam positivamente a qualidade ambiental, promovendo escolhas acertadas e contribuindo para a mudança de comportamento, têm extrema relevância, assim como ações de fomento à pesquisa e ao desenvolvimento em busca de avanços científicos e tecnológicos.

Por fim, cabe mencionar a necessidade de investimentos em governança eficiente e, no caso particular da adaptação, de investimentos em sistemas de divulgação e de alerta de intempéries e o desenvolvimento de novos tipos de seguro ou aprimoramento dos existentes, reduzindo as consequências de eventos climáticos adversos.

### 5.5.1 Política nacional sobre mudança do clima

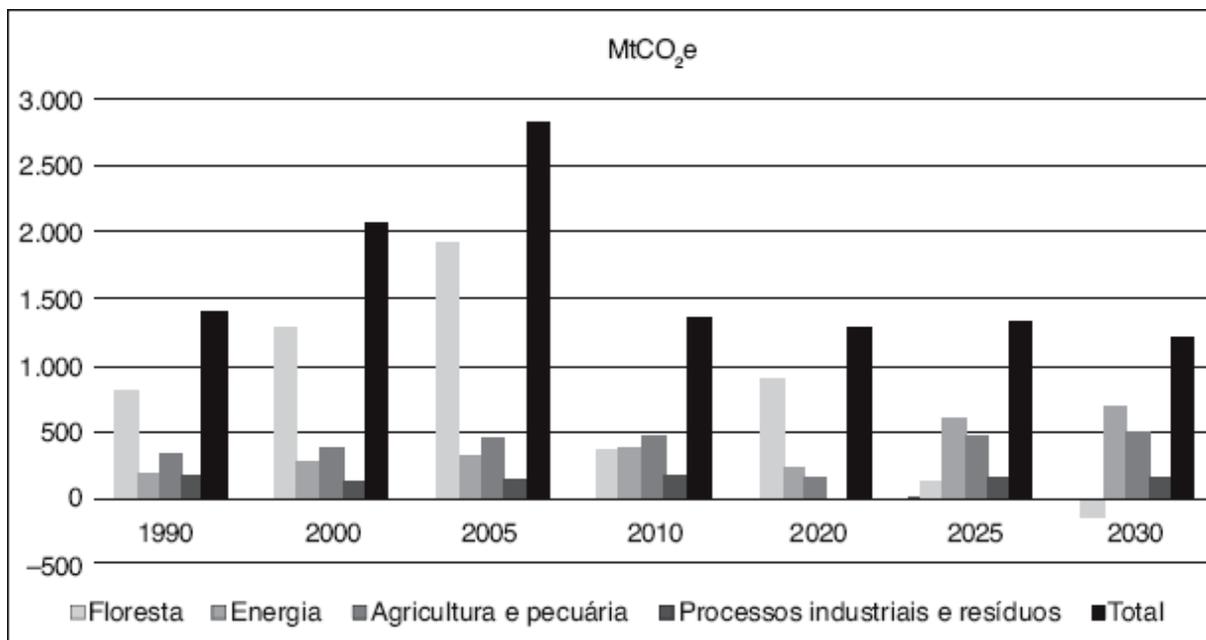
Em 2008, o Brasil lançou o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que reconheceu a importância de se alinhar o desenvolvimento socioeconômico com a redução de emissões.<sup>xiii</sup> Ao integrar e harmonizar as

políticas públicas, foi a primeira abordagem sistêmica voltada ao tema e que lançou as bases da Política Nacional sobre Mudança do Clima.<sup>17</sup>

Após o lançamento do Plano, foram quantificadas as emissões em um cenário *business as usual* (BAU)<sup>18</sup> e estimado o potencial de mitigação em médio prazo, o que permitiu que, em 2009, o Brasil assumisse na COP 15 o compromisso de reduzir entre 36,1 % e 38,9 % as emissões de GEE do País em relação a um cenário BAU projetado até 2020, usando NAMAs setoriais. Ainda em dezembro de 2009, foi publicada a Lei nº 12.187 instituindo a Política Nacional sobre Mudança do Clima,<sup>xiv</sup> confirmando tal compromisso. O Decreto Regulamentar nº 7.390<sup>xv</sup> de dezembro de 2010 detalhou a política e o cenário BAU para 2020, tendo sido definido como 3.236 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e. A mitigação total compreende, portanto, um intervalo entre 1.168 GtCO<sub>2</sub>e e 1.259 GtCO<sub>2</sub> assim distribuídos (em percentuais aproximados): uso do solo 72 %; energia 16 %; agricultura 11 %; e siderurgia < 1 %. Para o detalhamento da Política, foram produzidos planos setoriais de mitigação e de adaptação.<sup>19</sup> O Plano Nacional de Adaptação ainda se encontra em fase de elaboração, já tendo completado o processo de audiência pública.

Posteriormente, por ocasião da COP 21, onde os países se comprometeram novamente com metas de redução de emissões, a iNDC<sup>20</sup> brasileira<sup>xvi</sup> estabeleceu metas de emissão absolutas de 1,3 GtCO<sub>2</sub>e até 2025 e de 1,2 GtCO<sub>2</sub>e até 2030 (GWP-100, AR5), correspondendo a uma redução de 37 % e 43 %, respectivamente, em relação a 2005, quando as emissões teriam atingido 2,1 GtCO<sub>2</sub>e (GWP-100, AR5), uma evolução da emissão *per capita* de 14,4 tCO<sub>2</sub>e, em 1994, a 6,2 GtCO<sub>2</sub>e em 2025 e 5,4 GtCO<sub>2</sub>e em 2030. Entretanto, o terceiro inventário brasileiro lançado posteriormente revisou os valores de 2005, que passaram a 2,8 GtCO<sub>2</sub>e. Os ajustes nos compromissos ainda não estão claros, com as ações de mitigação para o período pós 2020 ainda precisando ser detalhadas. A

Figura 5.2 apresenta a evolução aproximada das emissões conforme planejamento governamental.



**FIGURA 5.2** Emissões brasileiras: histórico e estimativas até 2030. Nota: Valor negativo indica sequestro de carbono pelo aumento da área com vegetação.

Os instrumentos da PNMC previstos na Lei nº 12.187/2009 são amplos e incluem um “Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)” ainda não efetivado. Até o momento, os instrumentos preponderantes utilizados são a fiscalização da legislação referente a desmatamento e pagamento por serviços ambientais,<sup>21</sup> no caso de mudança de uso do solo; financiamento de safra agrícola em âmbito do Plano ABC; leilões para energia renovável, entre outros.

### 5.5.2 As ações de mitigação e adaptação no Brasil

Pelas particularidades do País, merecem destaque as ações de mitigação e adaptação no setor de uso do solo (florestas e agropecuária) e energético,

preconizadas nos planos setoriais para 2020 e que constituem a base dos compromissos para 2030.

### *5.5.2.1 Setor de florestas*

As atividades econômicas que mais impulsionam o desmatamento são a exploração de madeira, a pecuária extensiva, a agricultura em larga escala e a produção de carvão vegetal para a indústria de ferro e aço.<sup>22</sup> No caso do bioma Amazônia, contribui sobremaneira a falta de direitos de propriedade sobre porções de terra, o que motiva a remoção da floresta para reclamação de tais direitos, e ainda, a migração, a abertura de estradas pavimentadas e a especulação de terras.<sup>xvii</sup> Já no Cerrado, a região é extremamente favorável à agropecuária, sendo a mais importante região do agronegócio no País. Para mitigar tais emissões, o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)<sup>xviii</sup> e o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado)<sup>xix</sup> promovem: monitoramento e fiscalização para que o desmatamento não ultrapasse a área legalmente permitida; regularização fundiária, criação de áreas protegidas e indígenas;<sup>23</sup> organização de cadeias de fornecimento para fomentar o uso sustentável de produtos florestais; e desenvolvimento científico e tecnológico com fins ao aproveitamento econômico sustentável. É importante ressaltar que as florestas naturais fornecem produtos e serviços ecossistêmicos<sup>24</sup> que têm uma enorme relevância para o bem-estar humano.

### *5.5.2.2 Setor agropecuário*

Apesar de a agricultura ter baixa participação no PIB total (5,5 % em 2014), o agronegócio e a agricultura familiar contribuem para cerca de 37 % da criação de empregos e respondem por 22 % do Produto Interno Bruto (PIB),<sup>xx</sup> influenciando o abastecimento de alimentos nos mercados interno e

externo de forma significativa. Neste setor, a maioria das ações de mitigação foca no aumento da eficiência dos sistemas agropecuários, e sua implementação conta, principalmente, com linhas especiais de crédito e fomento do desenvolvimento tecnológico. São elas, de acordo com o Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC):<sup>xxi</sup>

- *Recuperação de pastagens degradadas* é uma atividade que aumenta a produtividade primária de pastagens e o sequestro de carbono no solo. Além disso, melhora o desempenho da produção de carne ou leite e a saúde animal; preserva o solo e água; aumenta a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes; restaura pastagens degradadas; e aumenta a produtividade agrícola e a renda dos agricultores como um todo, sendo adequada a todos os tamanhos de propriedade rural.
- *Plantio direto* é uma técnica de cultivo que evita a aragem e cobre o solo com resíduos agrícolas, capturando e fixando carbono no solo. Além disso, promove a preservação do solo e da água; reduz o risco de seca; melhora a resposta da cultura à chuva (após um período de seca), a germinação, o efeito de suplementos agrícolas, a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes; aumenta a estabilidade física da estrutura do solo e sua atividade biológica, a infiltração de água e o reabastecimento de águas subterrâneas; reduz o consumo de combustível e os custos de produção, sendo adequado para pequenas, médias e grandes fazendas, aumentando a produtividade agrícola e a renda do agricultor.
- *A integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)* é uma estratégia de produção que integra o cultivo, a criação de gado e/ou atividades florestais na mesma área em consorciação, sucessão ou rotação de cultura, visando à obtenção de efeitos sinérgicos entre os componentes dos agroecossistemas. A iLPF e os sistemas agroflorestais, além de reduzirem emissões de GEE por fixação carbono e nitrogênio,

promovem a recuperação de áreas degradadas, a manutenção e a reconstituição da cobertura florestal, a geração de emprego e renda, a melhoria das condições sociais, a valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas e a manutenção e uso sustentável da biodiversidade.

- A *fixação biológica de nitrogênio* é um processo que, por meio da inserção de bactérias fixadoras de nitrogênio nas sementes antes da semeadura, elimina completamente a necessidade de uso de fertilizantes nitrogenados, mitigando, portanto, as emissões de N<sub>2</sub>O. É uma técnica que reduz o custo de produção.
- Com a *implementação de sistemas de gestão de dejetos de suínos* não apenas as emissões de metano a partir de estrume são evitadas, mas também as da produção de energia, já que o biogás produzido nesses sistemas é uma fonte renovável. A expansão dos níveis atuais desses sistemas reduz impactos ambientais causados pelos resíduos; aumenta a oferta de energia; gera biofertilizantes reduzindo a demanda pelos industrializados; gera renda para o agricultor; e reduz os custos de produção.
- A produção de *florestas plantadas* (econômicas) oferece uma fonte de renda de longo prazo para o produtor; aumenta a oferta de madeira para fins industriais (celulose e papel, móveis e painéis de madeira), energéticos (carvão vegetal e lenha), construção civil e outros usos; reduz a pressão sobre as matas nativas; e captura CO<sub>2</sub> da atmosfera.

### *5.5.2.3 Setor energético, de transportes e industrial*

A fim de manter elevada a participação das fontes renováveis na matriz energética, o Plano Decenal de Energia<sup>xxii</sup> prevê “uma continuidade da forte participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira, de 45,2 % em 2024, indicador superior ao verificado em 2014, de 39,4 %. Na matriz de geração de energia elétrica, as renováveis deverão representar

perto de 86 % em 2024, superando a atual predominância dessas fontes. Destaque para a energia eólica, que, dos atuais 2 % da matriz elétrica, deverá passar a 8 % em 2024, devido à expansão de 20 GW no período”. Das opções consideradas, merece especial atenção a expansão de 28.300 MW de energia hidrelétrica, alternativa controversa porque em torno de 60 % do potencial estão localizados na Amazônia, uma região muito sensível ambientalmente.

No setor de transporte, o bioetanol a partir de cana-de-açúcar e o biodiesel a partir de oleaginosas contribuem para manter a matriz energética com baixo conteúdo de carbono. Além disso, há inúmeras opções no campo da mobilidade, como no Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM) (BRASIL, 2013b). É o caso das transferências modais das menos para as mais eficientes — menor tep/passageiro-km ou tep/tonelada-km. No caso do transporte de passageiros, as opções sobre pneus são corredor de ônibus, VLP (Veículo Leve sobre Pneus) e BRT (*Bus Rapid Transit*); e do transporte público sobre trilhos, são alternativas o metrô, trem urbano, monotrilho, VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) e aeromóvel. No caso de transporte de carga, as principais opções são transferência do modal rodoviário para hidroviário e ferroviário.

O uso de biomassa também tem papel no setor industrial, como é o caso da produção de ferro-gusa com carvão vegetal renovável, substituindo matérias-primas provenientes de florestas nativas por florestas plantadas, opção preconizada no Plano de Redução de Emissões da Siderurgia.<sup>xxiii</sup> Além dessas medidas, o Plano também promove a melhoria do processo de conversão de madeira em carvão, reduzindo as emissões da transformação que ocorre em fornos obsoletos, com ganhos em eficiência e qualidade ambiental no processo de carbonização.

Há ainda iniciativas constantes do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares, 2012)<sup>xxiv</sup> e do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab,

2014),<sup>xxv</sup> cujas ações têm grande interface com a questão do clima, uma vez que o tratamento de resíduos, em geral, pode gerar emissões de GEE.

## **5.6 CUSTOS DE MITIGAÇÃO E DE ADAPTAÇÃO**

As medidas de mitigação e de adaptação apresentam custos distintos nas diferentes economias. Estes custos podem ser observados sob uma ótica tecnológica ou setorial, ou macroeconômica, quando tais medidas individualmente ou em conjunto impactam positiva ou negativamente o PIB, o nível de emprego, as taxas de inflação ou qualquer outro indicador que se queira avaliar.

Os estudos que avaliam os custos de mitigação de emissões e de adaptação à mudança do clima geralmente são estudos prospectivos baseados na construção de cenários futuros. Os estudos sobre mitigação obedecem à seguinte lógica: (i) constrói-se um cenário com a evolução das emissões totais ou de determinados setores, estabelecendo um cenário de referência (que pode ser um cenário BAU ou que já contenha algumas medidas de mitigação); (ii) identificam-se e quantificam-se as opções para reduzir as emissões, bem como opções potenciais de sequestro de carbono, avaliando-se os custos<sup>25</sup> de cada uma dessas opções; (iii) constrói-se um cenário de baixa emissão de carbono com o conjunto selecionado de opções de mitigação; e (iv) avalia-se o custo total ou o impacto econômico do conjunto de medidas.

No caso de adaptação, a lógica é similar: (i) constrói-se um cenário com a evolução da economia ou de setores desconsiderando-se a problemática do clima — cenário de referência; (ii) constrói-se outro cenário em que ocorrem mudanças no clima e avalia-se a evolução da economia ou de setores sob o impacto das alterações esperadas na temperatura, no regime de chuvas, no nível do mar etc.; (iii) a diferença

entre (i) e (ii) em termos de perdas físicas e monetárias da produção de bens e serviços, da infraestrutura etc. configuram-se como o custo do impacto potencial da mudança do clima; (iv) identificam-se e quantificam-se as opções de menor custo para se neutralizar ou minimizar tais perdas; e (v) constrói-se um cenário econômico, com o conjunto selecionado de opções de adaptação. A diferença entre (i) e (v) consiste no custo de adaptação à mudança do clima.

## 5.6.1 Custos de mitigação

### 5.6.1.1 Instrumental disponível para análise econômica

O instrumental disponível para a análise e estimativa do potencial de transformação da economia tradicional para a de baixo carbono em face de seus custos inclui a utilização de modelos *top-down*, *bottom-up* e híbridos. O potencial de mitigação se diferencia em *econômico-social* e *de mercado*:

- **Potencial econômico-social de mitigação:** considera custos e benefícios sociais, a taxas de desconto sociais, que refletem, portanto, a perspectiva da sociedade. Assume-se que, na ocorrência de externalidades ambientais, a eficiência do mercado pode ser aprimorada por meio de medidas e políticas públicas.
- **Potencial de mercado:** considera custos e taxas de desconto privados, que refletem, portanto, a perspectiva dos consumidores e de empresas. Avalia-se o que pode ocorrer quando da internalização de externalidades ambientais, em condições de mercado (usando taxas de juros, por exemplo), e observando as barreiras que limitam a realização do potencial econômico-social.

Seja econômico ou de mercado, o potencial de mitigação é estimado a partir da descrição matemática das relações econômicas das atividades

produtivas de uma economia. Por exemplo, para uma variação de  $x$  % no PIB (e/ou outros indicadores), estima-se uma variação de  $y$  % nas emissões, ou vice-versa. Dessa maneira, os estudos podem se basear na avaliação das opções de mitigação, ressaltando tecnologias e regulamentações específicas.

Os modelos *bottom-up*, ou técnico-econômicos, são basicamente estudos setoriais que consideram os dados macroeconômicos como exógenos. Nesta categoria, incluem-se os modelos de otimização muito utilizados em avaliação de medidas de mitigação, pois identificam soluções de mínimo custo para um conjunto potencial dessas medidas, sujeito a restrições como disponibilidade tecnológica, equilíbrio entre oferta e demanda, restrições ambientais e de investimento, entre outras. A solução de mínimo custo contempla, por exemplo, o custo marginal de abatimento, geralmente expresso em  $\$/tCO_2$ , associado à última unidade (o custo marginal) de redução de emissão, de quantidades variáveis de redução de emissão.<sup>26</sup>

Os modelos *top-down* utilizam dados agregados de um setor ou da economia como um todo, ou ainda de determinadas relações econômicas. Podem ser classificados como modelos de equilíbrio parcial e modelos de equilíbrio geral. Os de equilíbrio parcial se baseiam em funções de demanda e de oferta, normalmente construídos a partir de regressões econométricas, e permitem obter uma solução de equilíbrio de mercado em determinado setor. São de fácil construção, mas costumam ser fortemente baseados em informações do passado, que podem não representar bem o futuro. Por isso, sua aplicação é bastante limitada. Os modelos de equilíbrio geral são usados para estudar uma classe completa e homogênea de consumidores e não levam em conta, necessariamente, sua estrutura tecnológica. Tais modelos geram um conjunto consistente de valores para níveis de atividade econômica e preços do capital, do trabalho e de materiais primários, permitindo análises custo-benefício de um conjunto de medidas de mitigação a partir de dados agregados da economia.

Possibilitam, também, a avaliação da implementação de políticas macroeconômicas e a verificação dos efeitos intersetoriais de determinadas medidas pontuais. Os modelos *top-down*, entretanto, mostram-se limitados quando há necessidade de se avaliar detalhadamente as tecnologias.<sup>xxvi</sup>

É possível destacar inúmeras vantagens ou desvantagens de cada tipo de modelo. Modelos híbridos conciliam importantes características dos modelos *top-down* (como variáveis macroeconômicas) com as dos modelos técnico-econômicos (tais como modelos energéticos, de uso do solo, climáticos etc., que incorporam ou não medidas de mitigação), em uma estrutura econômica mais consistente. Tais modelos fazem projeções simultâneas da matriz insumo-produto (principal dado de entrada dos modelos de equilíbrio geral) e dos modelos técnico-econômicos. Normalmente, a comunicação entre a parte *top-down* e a *bottom-up* do modelo é feita de forma iterativa em termos de variações de preços e de quantidades. Dessa forma, obtém-se o equilíbrio entre produção e consumo de bens e serviços de toda a economia, diferentemente de modelos unicamente *bottom-up*, que tratam parcialmente a economia.<sup>xxvii</sup>

### *5.6.1.2 Exemplos de estudos econômicos de mitigação*

A seguir, são apresentados alguns estudos realizados mais recentemente com o objetivo de estimar custos de mitigação no País.

#### ***Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil***

McKinsey&Company realizou uma modelagem *bottom-up* que consistiu na construção de uma curva de custo marginal de abatimento<sup>27</sup> que estimou o potencial de mitigação de emissões até 2030, a partir de uma perspectiva social,<sup>28</sup> comparativamente a um cenário BAU. As hipóteses adotadas foram de que a população iria crescer 0,9 % ao ano até 2030 e o PIB 3,5 % ao ano até 2015 e 2,8 % ao ano entre 2015 e 2030. A taxa de desconto foi de 4 % ao ano, compatível com uma ótica econômico-social. Como

resultado, o estudo concluiu que a implementação de todas as medidas reduziria as emissões totais em 70 % no período, com um custo anual que ficaria em torno de 1 % do PIB. Das 130 medidas de mitigação, 60 possuíam custo negativo e representavam 10 % do potencial de abatimento. Das restantes, 80 % do potencial tinham custo abaixo de €10/tCO<sub>2</sub>e. Os setores mais relevantes para o Brasil estão relacionados ao uso da terra — agricultura e floresta. Em torno de 70 % das emissões estimadas para 2030 e 85 % das oportunidades de abatimento viriam desses setores.<sup>xxviii</sup>

### ***Estudo comparativo entre três cenários de emissão de gases de efeito estufa no Brasil e uma análise de custo-benefício***

Foram construídas curvas de custo marginal de abatimento, comparando um cenário de mitigação central, que inclui as medidas previstas na PNMC até 2020 e mantidas até 2030, com dois cenários contrastantes: um cenário de referência (contrafactual), que exclui tais medidas, e um cenário de mitigação adicional, mais ousado que o central. A hipótese adotada foi de um crescimento médio do PIB de 5 % ao ano até 2020 e de 4% ao ano no período de 2021-2030. A taxa de desconto utilizada foi de 8 % ao ano. O estudo concluiu que a partir de 2020, no cenário central, as emissões totais aumentariam, principalmente em função daquelas provenientes da produção e da utilização de energia, e que mesmo as medidas do cenário de mitigação mais ousado não seriam suficientes para reverter a tendência, em função do crescimento da população e da economia, recomendando que seja ampliada ainda mais a carteira de ações de mitigação. Este estudo contribuiu para o melhor entendimento do que representariam as metas apresentadas pelo Brasil na COP 15, caso o PIB crescesse como previsto, ao quantificar os custos da adoção do pacote de medidas do cenário central com as medidas da PNMC, relativamente ao cenário de referência.<sup>xxix</sup>

### ***Low Carbon Study***

O Banco Mundial<sup>xxx</sup> estimou o custo de medidas de mitigação no Brasil entre 2010 e 2030 comparando um cenário de baixo carbono a um cenário de referência sob as óticas micro e macroeconômica. A avaliação microeconômica subdividiu-se em: abordagem econômico-social e abordagem privada. No primeiro caso, a taxa de desconto foi de 8 % (tendo sido testadas também taxas de desconto de 4 % e 12 % ao ano) e concluiu que as medidas de mitigação com custo marginal de abatimento abaixo de US\$ 50/tCO<sub>2</sub>e reduziram as emissões em 40 % no ano de 2030. No segundo caso, foi utilizada a taxa interna de retorno (TIR) mínima que os agentes econômicos do País, em cada subsetor, esperariam obter com a implementação da medida de mitigação proposta e estimado o incentivo mínimo necessário, expresso na forma de receita adicional média por tCO<sub>2</sub> evitado, que tornaria cada medida atraente. A TIR resultante, incluindo o incentivo, seria no mínimo igual à TIR de *benchmark* e variou entre 8 % e 25 %, dependendo do setor, com média em torno de 15 %. A avaliação macroeconômica foi baseada em uma modelagem insumo-produto e, dependendo das medidas de mitigação em cada setor disponível na matriz insumo-produto, conduzida uma realocação dos investimentos e rearranjo nos níveis de produção dos setores, possibilitando a verificação do impacto no PIB e no emprego. Apesar de simplificado, esse foi o primeiro passo para tentar se assegurar uma consistência macroeconômica.

### ***Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades***

Desenvolveu-se um estudo amplo usando um modelo de equilíbrio geral computável (*top-down*) de coeficientes de emissão fixos (nível de emissões/nível de atividade),<sup>29</sup> que simulou o impacto no PIB de 2005, da adoção de taxas de carbono de US\$ 10, US\$ 20 e US\$ 50/tCO<sub>2</sub>e sobre os combustíveis fósseis e outras fontes (à exceção de desmatamento). Os resultados indicaram que mesmo a mais alta das taxas reduziria as emissões de GEE em apenas 1,8 %, com uma redução de PIB da ordem de 0,13 %,

mostrando que a economia brasileira não seria fortemente abalada pela taxa.<sup>xxxii</sup>

### ***IES-Brasil – Implicações econômicas e sociais de cenários de mitigação de GEE no Brasil até 2030***

Utilizando uma modelagem híbrida, em que modelos *bottom-up* (setoriais) foram acoplados a um modelo *top-down* (macroeconômico de equilíbrio geral), este estudo analisou os impactos na economia da adoção de diferentes conjuntos de medidas de mitigação de emissões até 2030.<sup>xxxii</sup> As principais características do estudo foram: (i) usar um modelo de equilíbrio geral computável (IMACLIM-BR), que, diferentemente dos demais, representa também os fluxos físicos, além dos monetários de diversos setores da economia; (ii) verificar os custos e as reduções de emissão alcançáveis de distintos conjuntos de ações de mitigação e seus impactos em indicadores macroeconômicos e sociais, tais como PIB, inflação, emprego e distribuição de renda; (iii) avaliar o impacto em tais indicadores macroeconômicos e sociais da aplicação de taxas de carbono sobre o uso de combustíveis fósseis na economia global; e (iv) contar com a colaboração de um grupo de 90 especialistas de diversos setores sob a coordenação do Centro Clima/COPPE/UFRJ e do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas para formular as hipóteses do estudo.

Foram três os cenários criados: um cenário de plano governamental (CPG) com hipótese de crescimento do PIB de 3,88 % ao ano até 2030, estabilização do crescimento populacional em 2040 e com as medidas de mitigação previstas na PNMC incluídas; um cenário de mitigação adicional, MA1, que acrescentou medidas com custo unitário de até US\$ 20/tCO<sub>2</sub>e; e outro cenário de mitigação adicional, MA2, com medidas até US\$ 100/tCO<sub>2</sub>e (mais ambiciosas). As simulações indicaram que as emissões no CPG crescem, principalmente, a partir de 2020, em função dos setores de energia e agropecuária, podendo alcançar 1,67 bilhão de tCO<sub>2</sub>e em 2030,

acima do nível de 1990, mas ainda abaixo do nível de 2005. No MA1, as emissões em 2030 seriam da ordem de 1,3 bilhão de tCO<sub>2</sub>e, 5 % abaixo do nível de 1990. No MA2, chegariam em 2030 a cerca de 1,0 bilhão de tCO<sub>2</sub>e, 25 % inferior ao nível de 1990. As medidas adicionais de mitigação poderiam fazer o País chegar a 2030 com um nível entre 51 e 65 % das emissões de 2005. Comparativamente aos valores do CPG, em 2030, as emissões seriam reduzidas em 21,7 % no MA1 e em 38,5% no MA2. O impacto macroeconômico foi testado para duas opções de implementação das ações de mitigação: somente com instrumentos microeconômicos e mecanismos de controle (MA1 e MA2) e com esses instrumentos acrescidos das taxas de carbono que teriam o valor igual ao do teto das medidas em cada cenário (MA1+T de US\$ 20 e MA2+T de US\$ 100/tCO<sub>2</sub>e).

Usando uma taxa de desconto de 8 % ao ano, o IES-Brasil encontrou os seguintes resultados em comparação ao CPG, no ano de 2030: no MA1, o PIB aumenta 0,77 % e no MA2, 2,46 %. No MA1+T, o PIB tem leve queda de 0,17 % e no MA2+T, reduz-se em 1,48 % em razão de queda na atividade econômica. A taxa de desemprego cai nos quatro cenários, sendo que nos sem taxa em razão do maior nível de atividade da economia, e nos com taxa, pela opção do estudo em realocar a receita da taxa na desoneração da folha de pagamento, estimulando a geração de empregos. Ocorre também um aumento da renda anual média das famílias, com maior ganho nas da faixa mais baixa, contribuindo para pequena melhora na distribuição de renda. Outra consequência é um aumento do nível geral de preços, porque com melhores salários, há maiores custos de produção. Mesmo assim, nos cenários sem taxa, o poder de compra aumenta em todas as classes de renda e, nos com taxa, diminui apenas na classe de renda mais alta. Nos cenários sem taxa, verifica-se uma ligeira queda no investimento total, na taxa de investimento e no saldo da balança comercial, consequência da perda da competitividade da indústria, em razão do

aumento do nível de preços. Nos cenários com taxa, os investimentos totais se aproximam dos do CPG, já que a competitividade da indústria nacional cresce. No cenário de maior taxa, melhora o saldo da balança comercial, que quase dobra, em razão do crescimento da competitividade da indústria nacional graças a menor pegada de carbono na produção de bens intensivos em energia (aço, metais não ferrosos, papel e celulose, produtos químicos, dentre outros), reduzindo a importação de alguns produtos (metais não ferrosos, por exemplo) e aumentando a exportação de outros (papel e celulose, por exemplo). No MA1, o ganho do PIB acumulado no mesmo período seria de R\$ 182 bilhões e no MA2, de R\$ 609 bilhões (reais de 2005). A intensidade de emissões do PIB (toneladas de CO<sub>2</sub>e por milhão de US\$ de 2005) que já caiu pela metade, de 2 para 1, entre 2005 e 2010, seria de 0,66 no CPG, de 0,5 no MA1 e de 0,4 no MA2, em 2030.

### **5.6.2 Custos de adaptação — Exemplo de estudo de adaptação**

Os instrumentais disponíveis e as ferramentas de análise do potencial econômico de adaptação não diferem daqueles de mitigação, conforme pode ser verificado no exemplo a seguir:

#### ***Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades***

Inspirado pelo Relatório Stern,<sup>30</sup> reuniu-se uma grande equipe interdisciplinar com vários pesquisadores de 10 instituições brasileiras e um conselho de orientação com 22 membros para avaliar o impacto da mudança do clima na economia brasileira.<sup>xxxiii</sup> Foram realizadas simulações setoriais (energia e agricultura) usando modelos de simulação *bottom-up* — cujos resultados foram integrados à modelagem macroeconômica realizada com um modelo de equilíbrio geral computável — e *top-down*. O desempenho da economia foi analisado sob duas hipóteses de trajetória socioeconômica compatíveis com as histórias de futuro de dois cenários do IPCC (2007), A2 e B2, onde ocorreria, respectivamente, um crescimento

médio de 3,6 % e 3,8 % ao ano do PIB brasileiro no período de 2008-2100. A esses dois cenários socioeconômicos de referência foram contrapostos os efeitos climáticos obtidos pelo IPCC em A2 e B2,<sup>31</sup> para se estimar os desvios que seriam observados em razão dos impactos da mudança do clima nos setores energético e agrícola. Para isso, o estudo utilizou modelos computacionais com projeções até 2100 sobre o comportamento do clima no território nacional,<sup>32</sup> como temperatura do ar, precipitação, balanço da radiação, velocidade do vento, umidade atmosférica, entre outras variáveis simuladas. Os resultados de clima para A2 e B2 no Brasil alimentaram os modelos setoriais alterando seus resultados, como, por exemplo, variações na safra agrícola, na geração hidroelétrica etc., evidenciando perdas e ganhos setoriais em A2 e B2, e permitindo que se identificassem as ações de adaptação necessárias, como, por exemplo, o desenvolvimento de cultivares geneticamente alterados para suportar estresse hídrico e investimentos em geração elétrica complementar em face da redução da energia firme do parque hidrelétrico. Tais custos foram apropriados pela modelagem macroeconômica para se verificar o impacto em indicadores, como PIB total, setorial e regional, PIB *per capita*, consumo das famílias etc.<sup>xxxiv</sup>

O estudo conclui que, sem mudança do clima, o PIB brasileiro seria, em 2050, de R\$ 15,3 trilhões (reais de 2008) no cenário A2 e de R\$ 16 trilhões no cenário B2. Com o impacto da mudança do clima, seriam reduzidos em 0,5 % e 2,3 %, respectivamente. Em valor presente, a uma taxa de desconto de 1 % ao ano,<sup>33</sup> as perdas ficariam entre R\$ 719 bilhões e R\$ 3,6 trilhões, o que equivaleria a se perder um ano inteiro de crescimento no período de 2010-2050. Em termos *per capita*, a perda para o cidadão médio seria entre R\$ 534 (A2) e R\$ 1603 (B2). O valor presente em 2008 das reduções em consumo dos brasileiros estaria entre R\$ 6.000,00 (A2) e R\$ 18.000,00 (B2), representando 60 % a 180 % do seu consumo anual atual. Além disso, elevam-se as desigualdades regionais, por exemplo, com

redução de PIB de 4,5 % em B2 na Região Centro-Oeste e aumento de 2 % em A2 na Região Sul, em 2050. Em termos setoriais, observa-se, por exemplo, em B2, queda de 0,44 % no PIB agrícola e de 1,24 % no industrial e ganho de 1,67 % no de serviços.

## 5.7 CONCLUSÕES

A trajetória ótima para a humanidade seria a minimização do custo total de enfrentar as mudanças climáticas, envolvendo três componentes: custo dos danos, custo de adaptação e custo de mitigação. Como decidir sobre investimentos diante das incertezas associadas à questão do clima, principalmente, aquelas relativas aos custos dos danos e de adaptação?

Além disso, não se trata apenas de minimizar o custo de enfrentar as mudanças climáticas, mas sim, em um contexto mais amplo, de promover o desenvolvimento sustentável. Como adaptação, mitigação e políticas não climáticas podem ser complementares ou apresentar *trade-offs*, o planejamento dos investimentos requer coordenação. Por representarem usos competitivos por recursos escassos, devem ser avaliadas e decididas em conjunto, ampliando as opções de ação e, assim, reduzindo o custo total das mudanças climáticas.<sup>xxxv</sup>

A tomada de decisão é uma questão central para a política de mudança do clima. A teoria econômica indica que o ponto ótimo de todas as formas de despesa é aquele onde o retorno marginal social é o mesmo. Mas em face da enorme incerteza inerente ao problema climático que inviabiliza a identificação da solução ótima, a Economia das Mudanças Climáticas pode apenas fornecer balizamento sobre os meios (e os custos envolvidos) para atender a determinados fins, como a estabilização da temperatura em 2 °C ou 1,5 °C acima dos níveis pré-Revolução Industrial. Em outras palavras, a Economia das Mudanças Climáticas não será capaz de fornecer uma trajetória ótima, mas sim trajetórias de melhor custo-efetividade para atingir

determinado objetivo fixado politicamente, em função do grau de aversão ao risco e princípio da precaução, ao menor custo, e levando em conta cobenefícios e cocustos.

Soluções inovadoras podem contribuir para uma sinergia positiva entre o enfrentamento da crise econômica mundial causada pelas distorções do sistema financeiro global e a contenção das mudanças climáticas em níveis não catastróficos. O maior desafio para se alcançar uma economia de baixo carbono é identificar meios de financiamento para a transição ao novo paradigma energético, de infraestrutura, de agricultura, de reflorestamento extensivo, entre outros.

Três tipos de mecanismos financeiros são considerados: (i) mercados de carbono, via sistemas de comércio de cotas e créditos; (ii) tributação de carbono via imposição de uma taxa de carbono ou eliminação de subsídios perversos; e (iii) “precificação positiva” da redução do carbono, via ativos climáticos, certificados de redução de carbono, entre outros. Cada um desses três mecanismos terá seu próprio papel no processo de transição. Mercados de carbono e tributação adequada podem ajudar ao cumprimento de limites de emissão legalmente estabelecidos; já a “precificação positiva” pode desbloquear os investimentos em grande escala para ações de mitigação.<sup>xxxvi</sup> Esse último tipo de mecanismo é a próxima fronteira.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Cenário:** descrição plausível de como o futuro pode se desenvolver com base em um conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre forças motrizes-chave (por exemplo, taxa de mudança tecnológica, preços etc.) e relações. Cenários não são previsões, mas são úteis para fornecer uma visão das implicações da evolução dos sistemas e de ações que venham a ocorrer.

- **Custo social do carbono:** valor presente líquido dos danos climáticos da emissão de mais uma tonelada de carbono, condicional à determinada trajetória de emissões globais ao longo do tempo. Tal custo é estimado integrando-se um modelo climático global e um modelo econômico global, resultando em um modelo de avaliação integrada (IAM, em inglês). O valor é expresso em \$/tC ou \$/tCO<sub>2</sub>.
- **Downscaling:** método que deriva informação de modelos de clima de larga escala para escala local ou regional. Permite que se avalie a mudança das variáveis de clima como temperatura, precipitação, entre outras, localmente, a partir de resultados de modelos globais de clima.
- **Exposição:** presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços e recursos ambientais, infraestrutura econômica e social e bens culturais em locais que possam ser afetados negativamente.
- **Forçamento radiativo:** mudança no fluxo radiativo líquido (descendente menos ascendente), expresso em watt por metro quadrado (W/m<sup>2</sup>), na tropopausa ou atmosfera superior, devido a uma alteração em um *driver* externo de clima, como, por exemplo, uma alteração na concentração de dióxido de carbono ou na incidência da energia solar.
- **Internalização do custo do carbono na economia:** a mudança climática antropogênica é consequência da emissão de gases de efeito estufa oriunda da produção e consumo de bens e serviços cujos custos a ela associados não estão incorporados aos preços desses bens e serviços, sendo, portanto, uma externalidade. Internalizar tais custos por meio de instrumentos, como taxas sobre emissão de carbono e/ou comércio de cotas e créditos de carbono, muda os preços relativos dos bens e serviços, penalizando aqueles que são carbono intensivos e, dessa forma, estimulando mudanças no comportamento dos produtores e dos consumidores no sentido de reduzirem suas emissões.

- **Poder de aquecimento global:** (GWP, em inglês) é um índice, com base nas propriedades radiativas de gases de efeito estufa, que expressa a força radiativa seguinte à emissão de uma unidade de massa de determinado gás na atmosfera atual, integrada ao longo de um horizonte de tempo escolhido, em relação ao dióxido de carbono. O GWP representa o efeito combinado do tempo de permanência desses gases na atmosfera e sua eficácia relativa em causar forçamento radiativo. Por exemplo, o GWP (em 100 anos) do N<sub>2</sub>O corresponde a 265 vezes o do CO<sub>2</sub>, de modo que se houver uma emissão de 10 toneladas de N<sub>2</sub>O e de 10 toneladas de CO<sub>2</sub>, as emissões totais correspondem a 2660 tCO<sub>2</sub>e.
- **Risco:** potencial de ocorrência de consequências, no qual algo de valor está em jogo e o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. É frequentemente representado como probabilidade de ocorrência de eventos perigosos, multiplicado pelos impactos, se ocorrerem tais eventos. Resulta da interação da vulnerabilidade, da exposição e do perigo. O termo risco é usado principalmente para se referir aos riscos de impactos de mudanças climáticas.
- **Vulnerabilidade climática:** propensão ou predisposição a ser afetado negativamente. Engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade ao dano e falta de capacidade para lidar e se adaptar.

## QUESTÕES

- 5.1 Os futuros impactos das mudanças climáticas serão sempre negativos?
- 5.2 Quais comunidades são mais vulneráveis aos impactos climáticos e quais aquelas sujeitas a conflitos violentos?
- 5.3 Quais são as tecnologias mais importantes para a mitigação?
- 5.4 O que são cobenefícios e *trade-offs*?
- 5.5 O que são custos relacionados à mudança do clima?

## LEITURA COMPLEMENTAR

IPCC. Summary for Policymakers. In: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). *Climate change 2013: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 2013.

\_\_\_\_\_. Summary for Policymakers. In: EDENHOFER, O.; PICHS-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J. C. (Ed.). *Climate change 2014: mitigation of climate change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 2014a.

\_\_\_\_\_. Summary for Policymakers. In: FIELD, C.B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Ed.). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 2014b. p. 1-32.

LA ROVERE, E. L.; WILLS, W.; PEREIRA JR, A. O.; DUBEUX, C. B. S.; CUNHA, S. H. F.; OLIVEIRA, B. C. P.; MOREIRA, M.M.R.; WATANABE, S.; LOUREIRO, S. M.; MOREIRA, L. S. S. C.; GROTTA, C.; HARFUCH, L.; WEISS, M.; SANTOS, L. A. S.; CARVALHO, P. T.; KISHINAMI, R.; ZVEIBIL, V.; SANTOS, L.; KIMURA, W.; SANTOS, T.; TONI, A.; BACHION, L. C.; LIMA, R.; ZAMBIANCO, W.; NASSAR, A.; WALTER, M. K. C.; MARCONDES, S.; ELY, R. N.; LEFEVRE, J.; OLIVEIRA, L. D. B.; ZICARELLI, I. *Implicações econômicas e sociais de cenários de mitigação de gases de efeito estufa no Brasil até 2030: projeto IES-Brasil, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: [www.centroclima.coppe.ufrj.br](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br).*

MARGULIS, S.; DUBEUX, C.; MARCOVITCH, J. *Economia da mudança do clima no Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2011. v. 1. 332p.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC), 2015. Disponível em: [http://unfccc.int/essential\\_background/items/6031.php](http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php). Acessado em: 16 de jun. 2015.
- ii INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: STOCKER, T. F.; QIN D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (Ed.). *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 2013.
- iii Idem a ii.

- iv MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. *Inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa*, 2016. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- v EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balço energético nacional – BEN 2015*, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015a. Disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2015.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- vi Idem a v.
- vii WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). *CAIT Climate data explorer*, 2016. Disponível em: <http://cait.wri.org/>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- viii Idem a vii.
- ix INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: EDENHOFER, O.; PICHSMADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM I., BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J. C. (Ed.). *Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2014a. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- x INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPC). Summary for Policymakers. In: FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Ed.). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to*

the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014b. p. 1-32.

- xi Idem a x.
- xii SEROA DA MOTTA, R. *Economia ambiental*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006. v. 01. 225p.
- xiii BRASIL. *Comitê interministerial sobre mudança do clima*. Governo Federal. Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, 2008. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/\\_arquivos/plano\\_nacional\\_mudanca\\_clima.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- xiv \_\_\_\_\_. *Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xv \_\_\_\_\_. *Decreto Federal nº 7390 sancionado em 9 de dezembro de 2010*, 2010a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xvi \_\_\_\_\_. *Ministério das Relações Exteriores*. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2015. Disponível em: [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDCportugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDCportugues.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xvii SOARES-FILHO, B. S.; RODRIGUES, H. O.; COSTA, W. L. S. *Modeling environmental dynamics with dinamica EGO*. Centro de Sensoriamento Remoto/Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil, 2009.
- xviii BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (Org.). *Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM): 3ª Fase (2012-2015)*, 2013a. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/PPCDAm/\\_FINAL\\_PPCDAM.PDF](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/PPCDAm/_FINAL_PPCDAM.PDF). Acesso em: 16 jun. 2016.

- xix BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (Org.). *PPCerrado – Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: 2<sup>a</sup> fase (2014-2015)*. Brasília: MMA, 2014a. 132p. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/images/arquivos/florestas/controle\\_e\\_prevencao/PPCerrado/PPCerrado\\_2fase.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/florestas/controle_e_prevencao/PPCerrado/PPCerrado_2fase.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xx CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). *PIB do agronegócio*. CEPEA-USP/CNA, 2016. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxi BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC*, 2012a. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/download.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxii EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Ministério de Minas e Energia. *Plano decenal de expansão de energia 2024*, 2015b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxiii BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) (Org.). *Plano de redução de emissões da siderurgia – Sumário executivo*, 2012b. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/\\_arquivos/plano\\_setorial\\_siderurgia\\_\\_sumrio\\_executivo\\_04\\_11\\_10\\_141.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_setorial_siderurgia__sumrio_executivo_04_11_10_141.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxiv BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES)*, 2012c. Disponível em: [http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657](http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657). Acesso em: 16 jun. 2016.

- xxv BRASIL. Ministério das Cidades. *Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)*, 2014b. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxvi PEREIRA JÚNIOR, A. O.; SOARES, J. B.; LA ROVERE, E. L.; ALMEIDA, M. A.; COSTA, R. C. Modelos energéticos: uma proposta de planejamento integrado. In: *V Congresso de Planejamento Energético*, Brasília, 2006.
- xxvii Idem a xxvi.
- xxviii MCKINSEY&COMPANY. *Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil*, 2009. Disponível em [http://www.mckinsey.com.br/sao\\_paulo/carbono.pdf](http://www.mckinsey.com.br/sao_paulo/carbono.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.
- xxix LA ROVERE, E. L.; DUBEUX, C. B. S.; PEREIRA JR., A. O.; SANTOS, A. M.; CARLONI, F. B. B. A.; CARVALHO, P. T.; ARAGÃO, R. M.; SOLARI, R.; WILLS, W.; HASHIMURA, L. M.; BURGI, A. S.; FIORINI, A. C. O. *Estudo comparativo entre três cenários de emissão de gases de efeito estufa no Brasil e uma análise de custo-benefício*. Ministério do Meio Ambiente. PNUD, 2011. Disponível em: [www.centroclima.coppe.ufrj.br](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br).
- xxx DE GOUELLO, C.; SOARES FILHO, B. S.; NASSAR, A.; SCHAEFFER, R.; ALVES, F. J.; ALVEZ, J. W. S. *Brazil low-carbon country case study*. The World Bank, Washington DC, 2010.
- xxxi MARGULIS, S.; DUBEUX, C.; MARCOVITCH, J. *Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades*. 1. ed. São Paulo: IBEP-gráfica, v. 1, 2010.
- xxxii LA ROVERE, E. L.; WILLS, W.; PEREIRA JR, A. O.; DUBEUX, C. B. S.; CUNHA, S. H. F.; OLIVEIRA, B. C. P.; MOREIRA, M.M.R.; WATANABE, S.; LOUREIRO, S. M.; MOREIRA, L. S. S. C.; GROTTERRA, C.; HARFUCH, L.; WEISS, M.; SANTOS, L. A.; CARVALHO, P. T.; KISHINAMI, R.; ZVEIBIL, V.; KIMURA, W.; SANTOS, T.; TONI, A.; BACHION, L. C.; LIMA, R.; ZAMBIANCO, W.; NASSAR, A.; WALTER, M. K. C.; MARCONDES, S.; ELY, R. N.; LEFEVRE, J.; OLIVEIRA, L. D. B.;

ZICARELLI, I. *Implicações econômicas e sociais de cenários de mitigação de gases de efeito estufa no Brasil até 2030: projeto IES-Brasil*, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: [www.centroclima.coppe.ufr.br](http://www.centroclima.coppe.ufr.br). Acesso em: 16 jun. 2016.

xxxiii STERN, N. H. *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

xxxiv Idem a xxxi.

xxxv CHAMBWERA, M.; HEAL, G.; DUBEUX, C.; HALLEGATTE, S.; LECLERC, L.; MARKANDYA, A.; MCCARL, B. A.; MECHLER, R.; NEUMANN, J. E. Economics of adaptation. In: FIELD, C.B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Ed.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. p. 945-977.

xxxvi SIRKIS, A.; HOURCADE, J.C.; DASGUPTA, D.; STUDART, R.; GALLAGHER, K.; PERRISSIN-FABERT, B.; VEIGA, J.E. da; ESPAGNE, E.; STUA, M.; AGLIETTA, M. *Moving the Trillions – a debate on positive pricing of mitigation actions*, 2015. Disponível em <http://www.zeeli.pro.br/wp-content/uploads/2016/01/2015-Moving-the-Trillions-org-Alfredo-Sirkis.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2016.

- 
- 1 Dadas as características dos GEE, o local onde ocorrem as emissões é indiferente para o clima do planeta.
  - 2 Métrica: redução de emissões em 2020, relativamente a um ano base já inventariado.
  - 3 Métrica: redução de emissões em 2020, relativamente a uma emissão de um cenário business as usual ou redução do conteúdo de carbono do PIB (tC/US\$) no futuro.
  - 4 Cujas fontes primárias carvão, petróleo e gás natural são compostas basicamente de carbono. O uso destas fontes ou de seus derivados transfere o carbono de um reservatório no subsolo para a atmosfera.
  - 5 Os clorofluorcarbonetos são substâncias que, além de aquecer o planeta, também destroem a camada de ozônio e por isto estão sendo banidos. As negociações mundiais para sua substituição por outros gases se dão em torno do problema da camada de ozônio — objeto da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal, e não do problema do efeito estufa — objeto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
  - 6 Partículas (incluem gases) que perturbam o sistema climático, absorvendo ou refletindo raios solares, entre outras interferências.
  - 7 Emissões de fugas e de queima em flares.
  - 8 Emissões do uso desses combustíveis, não de seu processo de produção.
  - 9 Ocorrem emissões pela degradação da matéria orgânica resultante do desmatamento para a constituição do lago, se for o caso. Tais emissões são contabilizadas em Uso do Solo.
  - 10 De acordo com estimativas recentes do MCTI (2015), a participação das emissões de Florestas e Outros Usos do Solo caiu de 27,5 % do total, em 2010, para 14,6 %, em 2012. Em 1990, chegou a 64 %.
  - 11 Para se obter uma ampla visão sobre economia política do clima, ver Seroa da Motta et al. (2011).
  - 12 Por exemplo, a discriminação com base no gênero, classe, etnia, idade e habilidade.
  - 13 A teoria e as evidências indicam que a adaptação geralmente não pode superar todos os efeitos das alterações climáticas.

- 14 Ressalta-se que mitigação e adaptação apresentam tanto sinergias, quanto trade-offs. Pode-se citar, no primeiro caso, o reflorestamento de mata nativa que ao mesmo tempo sequestra carbono (mitigação) e regula a oferta de água (adaptação), e no segundo, o aumento do uso de condicionadores de ar (adaptação) que aumenta as emissões de GEE quando a energia provém de fontes fósseis.
- 15 Há também uma variante das cotas, os créditos comercializáveis, onde a diferença é que, no caso dos créditos, somente o comprador tem limites de emissão. O vendedor apenas demonstra qual seria sua emissão em um cenário de linha de base (BAU), implementa um projeto de mitigação que reduz tais emissões e a cada tonelada reduzida abaixo da emissão do BAU gera um crédito de carbono que pode ser vendido. Foi instrumento utilizado no âmbito do Protocolo de Quioto, entre países em desenvolvimento, sem cotas de emissão, e países desenvolvidos.
- 16 Mecanismos previstos na UNFCCC pelos quais o proprietário de área florestal recebe um pagamento em valor pelo menos igual à renda líquida que obteria com o desmatamento, para ações sustentáveis, evitando, portanto, emissão por desmatamento.
- 17 O Plano Nacional sobre Mudança do Clima é mais voltado à mitigação do que à adaptação, e sua segunda versão ainda se encontra em fase de revisão. O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima foi instituído em 10 de maio de 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>.
- 18 Cenário de emissões no qual as medidas de mitigação planejadas não estão incluídas.
- 19 Disponíveis em: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobremudanca-do-clima/planos-setoriais-de-mitigacao-e-adaptacao>.
- 20 iNDC indica que a Contribuição Nacionalmente Determinada ainda se encontra em fase de intenção, dado que o Acordo precisa ser ratificado pelo Senado, quando então passa a ser denominado NDC. Como já houve a ratificação, passou a ser a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC).
- 21 Ver Fundo Amazônia para detalhes.
- 22 Ressalta-se o papel do carvão vegetal no desmatamento: de um total de 9,5 milhões de toneladas produzidas em 2005, 49,6 % vieram da

vegetação nativa (BRASIL, 2010b).

- 23 De 2004 a 2012, áreas protegidas e territórios indígenas cresceram 68 %, abrangendo 47 % de toda a Amazônia brasileira, com muitas dessas áreas criadas em fronteiras agrícolas ativas (NEPSTAD et al., 2014).
- 24 Serviços ecossistêmicos são fluxos de valor para as sociedades humanas, como resultado do estado e quantidade de capital natural (TEEB, 2010).
- 25 Há opções que apresentam custo negativo, ou seja, benefícios.
- 26 Define-se uma linha de base sem restrições de emissão e avalia-se o custo marginal de abatimento em face desta linha de base. Permite que se analise o custo da última unidade de mitigação para um nível de redução definido, sendo que a integral desta curva representa o custo total de mitigação (KESICKI, 2011).
- 27 Curva onde se plotam os custos no eixo do y ( $\$/tCO_2e$ ) e os potenciais de cada medida de mitigação correspondentes ( $tCO_2e$ ) no eixo do x, ordenando-se as medidas em ordem do menor custo para o maior, permitindo a visualização dos resultados de maneira muito simples.
- 28 Excluindo, portanto, impostos e subsídios, com custo de capital similar às taxas de títulos do governo, onde a taxa de desconto empregada foi de 4 % ao ano.
- 29 Ou seja, sem mudança tecnológica induzida pela introdução da taxa de carbono.
- 30 Stern (2007) analisa o efeito do aquecimento global na economia mundial. Afirma que a mudança climática é a maior e mais grave falha de mercado jamais vista. Sua principal conclusão é que os benefícios de uma ação global de mitigação forte e em curto prazo supera largamente os custos da inação, apontando para os potenciais impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, a produção de alimentos, saúde e meio ambiente. Estima que sem os custos globais das mudanças climáticas será equivalente à perda de pelo menos 5 % e de até 20 % do PIB global a cada ano, agora e para sempre.
- 31 Em IPCC (2007), as emissões em A2, e conseqüentemente as mudanças climáticas, são maiores que em B2.
- 32 Foi utilizada, pelo INPE, uma técnica de downscaling do modelo global de clima do Hadley Centre Britânico para simulação do clima em

porções do território nacional (células de 50 km de lado e 30 km de altitude).

- <sup>33</sup> Foram testados os resultados das perdas sob taxas de desconto de 0,5 e de 3 % ao ano.

# 6

## Florestas, REDD+ e Biodiversidade Brasileira

Guilherme R. Lima

Maria Fernanda Gebara

Peter H. May

*O princípio da maximização do lucro, que tende a isolar-se de todas as outras considerações, é uma distorção conceptual da economia: desde que aumente a produção, pouco interessa que isso se consiga à custa dos recursos futuros ou da saúde do meio ambiente; se a derrubada de uma floresta aumenta a produção, ninguém insere no respectivo cálculo a perda que implica desertificar um território, destruir a biodiversidade ou aumentar a poluição.*

(Papa Francisco, 2015)

### 6.1 INTRODUÇÃO

A devastação dos biomas florestais, observada em todo o mundo e em especial nos trópicos, traz severas consequências para a sociedade, dentre as quais uma das mais notórias é o aquecimento global. Tais biomas são responsáveis por boa parte da absorção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, um dos principais gases de efeito estufa (GEE), contribuindo para o equilíbrio do clima mundial. Além disso, as florestas são grandes

reservatórios de biomassa, e a destruição das mesmas implica a emissão de grande quantidade de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, que, somadas às emissões oriundas de combustíveis fósseis, de nitrogênio, metano e clorofluorcarbonetos (CFC), contribuem para o aumento do efeito estufa. Atualmente, o desmatamento representa 11 % das emissões mundiais de GEE.<sup>i</sup>

Quando se aborda o tema da conservação florestal, geralmente se tem em mente a manutenção dos serviços ambientais que as florestas prestam à sociedade, ou seja, os benefícios que a existência desses ecossistemas proporciona aos seres humanos. Tais serviços incluem a provisão de água, de *habitat* para a biota diversa, de regulação climática, de paisagens cênicas, de valores recreativos, entre outros. Obviamente existe um valor intrínseco das florestas, o qual não podemos mensurar, e que remete a “simples” existência da floresta em si. Contudo, ao debater sobre a preservação desses ecossistemas, muitas vezes se considera o valor dos seus serviços ambientais, os quais dificilmente incluem, em termos monetários, os valores culturalmente atribuídos. A prestação de serviços ambientais pelas florestas é a base de muitas iniciativas para proteção desses ecossistemas em todo o mundo, dentre as quais se destaca o REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal), tema deste capítulo.

O REDD+ é uma medida internacional de conservação das florestas e aumento dos estoques de CO<sub>2</sub> que se baseia na implementação de incentivos e políticas voltados para a regulação climática e seus cobenefícios. O conceito surgiu a partir de propostas dos países em desenvolvimento, detentores de florestas tropicais, de dividir os custos de manutenção das florestas com os países desenvolvidos, uma vez que elas contribuem para a estabilização do clima global. Inicialmente, o mecanismo (REDD) previa a remuneração apenas pela manutenção da floresta, o desmatamento evitado, mas posteriormente foram incluídas também

atividades de conservação, manejo sustentável e aumento dos estoques florestais de CO<sub>2</sub> nos países em desenvolvimento, dando origem ao *plus* no REDD+.

As florestas do Brasil constituem 12 % da área florestal mundial e um quarto da área de florestas tropicais (sendo 35 % das florestas tropicais úmidas do mundo). Elas são responsáveis por uma porção significativa da biodiversidade terrestre global. Na perspectiva da mudança climática, as florestas do Brasil são importantes por armazenarem uma quantidade substancial de carbono na biomassa e no solo. As estimativas de emissões de GEE no Brasil, publicadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em 2013, indicaram que Mudanças no Uso da Terra e Florestas (LUCF, sigla em inglês) foram responsáveis por 57 % das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil em 2005. Tal contribuição, entretanto, apresenta tendência de queda com a redução recente do desmatamento na Amazônia e o aumento das emissões de fontes não florestais. Conseqüentemente, em 2010, essa participação caiu para 22 %, abaixo dos setores de agropecuária (35 %) e energia (32 %).<sup>ii</sup> Isso mostra que as florestas brasileiras têm papel importante na regulação climática por possuírem um estoque substancial de carbono armazenado na sua biomassa e no solo, e por terem capacidade de sequestrar um volume significativo de CO<sub>2</sub> nas florestas remanescentes pela fotossíntese.<sup>iii</sup> Por conta disso, o Brasil possui um papel-chave na implementação de REDD+ em nível global, nacional e local.

Este capítulo tem como objetivo descrever conceitos econômicos associados com o papel das florestas na provisão de serviços ambientais, em particular a mitigação do efeito estufa. Na Seção 6.2 serão apresentados os conceitos de Serviços Ambientais e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), com destaque para aqueles relacionados às florestas. A seção seguinte apresenta o REDD+, medida que tem sido vista como uma opção fundamental para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A Seção 6.4 aborda a importância do Brasil no contexto das mudanças climáticas,

assim como as políticas e os programas nacionais relacionados à mudança climática.

## 6.2 Serviços Ambientais e PSA

Partindo de uma perspectiva antropocêntrica, o serviço ambiental é a contribuição que determinado ecossistema fornece ao bem-estar dos seres humanos. Essa contribuição pode ocorrer de diversas formas, por exemplo, com o fornecimento de água limpa e de alimentos, por meio da regulação climática, do controle da poluição atmosférica, com a biodiversidade, que é muito útil para produtos farmacêuticos, e até mesmo com suas paisagens, que trazem bem-estar às pessoas, em termos de qualidade cênica.

O *Millennium Ecosystem Assessment* define os serviços ambientais como os benefícios que os ecossistemas são capazes de prover às pessoas, os quais podem ser classificados em: (i) serviços de provisão, como alimentos ou água; (ii) serviços de regulação, como o controle de inundações e doenças; (iii) serviços culturais, que incluem benefícios recreacionais, culturais e espirituais; e (iv) serviços de suporte, tais como o ciclo de nutrientes que garantem as condições de vida na Terra.<sup>iv</sup>

### Serviços ecossistêmicos *versus* serviços ambientais

Existe uma diferenciação na literatura sobre o que são serviços ecossistêmicos e o que são serviços ambientais. Os primeiros incluem os serviços que permitem a estabilidade e resiliência que o próprio ecossistema assegura para a sobrevivência de todas as espécies, enquanto os últimos são preocupados sobremaneira com o bem-estar humano, o que implica que os seres humanos precisam fazer algo de maneira proativa para assegurar que tais serviços sejam gerados.

### **6.2.1 Serviços ambientais das florestas**

Para entender a importância que as florestas têm sob a ótica da Economia do Meio Ambiente é preciso compreender quais são os serviços ambientais fornecidos por esses ecossistemas, assim como quais são os impactos que eles produzem para a sociedade. Um dos serviços ambientais prestados pelas florestas tropicais e que tem importância reconhecida no meio científico é a regulação climática. A partir da absorção e manutenção do carbono na forma de biomassa as florestas contribuem para a manutenção do equilíbrio climático tanto no nível local quanto global. Observações de satélite sugerem que a Floresta Amazônica auxilia na estabilização de fluxos de calor e umidade que afetam ambos os hemisférios.

Outro serviço de grande importância prestado pelas florestas, em especial a Amazônia, é a regulação hídrica. Ele pode ser mais bem entendido a partir do conceito de “Rios Aéreos”,<sup>v</sup> que descreve o transporte de umidade e os padrões climáticos na Amazônia, relacionando-os com as chuvas na América do Sul. Estudos indicam que se um terço da Amazônia for desmatado, pode ser desencadeado um ciclo de intensificação de secas, queimadas e “savanização” na região.<sup>vi</sup> Cabe ainda ressaltar a importância da floresta como provedora de produtos florestais, tanto madeireiros quanto não madeireiros, que são extremamente importantes para as populações tradicionais que dependem diretamente da floresta para sua subsistência.

Contudo, os serviços ambientais não podem ser possuídos por uma ou mais pessoas, como ocorre com os produtos florestais. Enquanto estes últimos pertencem geralmente a quem se apropria da terra onde eles foram gerados e podem ser vendidos,<sup>vii</sup> tendo um valor associado a eles pelo mercado, os serviços ambientais não pertencem a ninguém e não respeitam barreiras de propriedade ou fronteiras políticas. Um dos principais serviços ambientais da Amazônia, a regulação do ciclo da água, afeta grande parte do continente, contudo não existe um mercado para que os beneficiados por esse serviço compensem aqueles que o geraram conservando a floresta.

Assim, um proprietário de terra na Amazônia poderia não ter nenhum estímulo para manter a floresta em sua propriedade, mas caso ele desmate a floresta, estará causando uma perda de bem-estar a outras pessoas.

### **6.2.2 Pagamento por serviços ambientais (PSA)**

O pagamento por serviços ambientais é um instrumento econômico voltado para a preservação do meio ambiente que se baseia no princípio do “protetor recebedor”. Esse princípio é fundamentado na ideia de que uma pessoa que protege o meio ambiente (sem que seja previamente obrigada a isso) deveria receber uma retribuição pelo serviço que está prestando à sociedade. Portanto, o que os esquemas de PSA propõem é uma compensação financeira pela proteção do meio ambiente, uma vez que, caso não o fizesse, a pessoa poderia explorar os recursos naturais de outras formas, possivelmente degradantes. Tal compensação corresponde, ao menos teoricamente, ao chamado “custo de oportunidade”. Portanto, outra ideia por trás do PSA é que também é possível adquirir uma renda dos recursos naturais sem destruí-los. Uma floresta, por exemplo, a princípio poderia gerar renda apenas pela exploração dos seus produtos, como a madeira, ou poderia ser substituída por outro uso do solo mais rentável. Contudo, ao considerar os serviços ambientais prestados pela floresta, como a regulação climática ou hidrológica, a floresta “em pé” pode gerar renda para o proprietário por meio do PSA.

Há diversas definições para PSA na literatura, mas aquela que tem sido mais utilizada é a proposta por Wunder (2005), que o define como

uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido (ou uso da terra que garanta esse serviço) é comprado por no mínimo um comprador, de no mínimo um provedor, e somente se esse provedor garante a provisão do serviço ambiental.

O mesmo autor, em um trabalho mais recente, classificou os serviços ambientais mais comumente contemplados nos esquemas PSA das florestas em quatro categorias:<sup>viii</sup>

1. **Captura e retenção de carbono:** captura de carbono por vegetação em crescimento, ou a condição de retenção de carbono no solo e na vegetação. Benefício pelo qual se compensa: efeito potencial de mitigação das mudanças climáticas causadas por emissões antropogênicas.
2. **Biodiversidade:** regulação e estrutura do ecossistema, diversidade genética e de espécies. Benefícios pelos quais se compensa: valores de usos potenciais no futuro oriundos, por exemplo, de conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade e à existência (conhecimento da existência e importância).
3. **Proteção hídrica:** purificação da água, regulação de fluxo e sedimentação. Benefícios pelos quais se compensa: qualidade e quantidade de água.
4. **Beleza cênica:** paisagens naturais (e, em alguns casos, culturais). Benefício pelo qual se compensa: recreação e destinos turísticos.

O conceito de PSA foi um dos que estimulou o debate inicial do REDD+, que, segundo os proponentes, funcionaria como um esquema internacional de PSA. Ou seja, de acordo com os serviços ambientais aqui citados, a retenção do estoque de carbono por países em desenvolvimento com florestas em pé deve ser compensada. É notório que a emissão em larga escala de GEE e o aumento da temperatura terrestre resultante desse processo têm o potencial de causar diversos danos à sociedade.<sup>ix</sup> Dessa forma, os países que conseguissem reduzir esse impacto estariam prestando um serviço a toda a população do planeta, uma vez que os GEE se espalham na atmosfera, e uma das formas de fazê-lo é por meio da redução do desmatamento. Assim, o REDD+ se baseia na implementação de medidas e

políticas para incentivar as emissões evitadas de GEE via redução de desmatamento e aumento dos estoques de CO<sub>2</sub>. A próxima seção explicará melhor o surgimento e os aspectos institucionais por trás desse mecanismo.

### **6.3 CONTEXTO INTERNACIONAL DE REDD+**

O desmatamento e a degradação de florestas tropicais estão entre as principais fontes globais de GEE, em especial do CO<sub>2</sub>. Estima-se que essas emissões tenham contribuído entre 7 % e 17 % das emissões de GEE mundiais induzidas pelo homem nos anos 1990 (0,5 bilhão a 2,4 bilhões de toneladas de carbono/ano).<sup>x</sup> Atualmente, contribui apenas 11 %, embora o total de emissões tenha aumentado, refletindo o esforço do Brasil para reduzir o desmatamento. Diante deste processo de desmatamento e consequente emissão de CO<sub>2</sub>, os países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) estão negociando desde 2007 a criação de medidas, políticas e incentivos<sup>xi</sup> para a redução do desmatamento e da degradação florestal, reconhecendo o papel do manejo e conservação florestal, bem como do aumento de estoque de carbono florestal. Esse *mix* de medidas seria necessário para que iniciativas de REDD+ atinjam seu potencial de contribuir para a redução da emissão de GEE.

REDD+ tem sido apontado como uma opção fundamental de mitigação e adaptação das mudanças climáticas e que, em princípio, pode ser implementada a custos menores que outras estratégias (a exemplo da substituição de matriz energética apoiada na queima de combustíveis fósseis). Essa opção também pode gerar benefícios adicionais (os chamados cobenefícios), como a proteção da biodiversidade e a diminuição da pobreza.<sup>xii</sup> No entanto, REDD+ engloba desafios que adiaram sua inclusão no âmbito da UNFCCC, os quais incluem: questões de permanência de

redução de emissões (reduções de longo prazo, mensuráveis e atribuíveis às atividades de REDD+); níveis de referência (ou “linha de base” que representa o nível de emissões/remoções ao que ocorreria na ausência de atividades de REDD+); vazamentos (aumento de emissões que ocorra fora dos limites das atividades de REDD+); governança e diversidade de atores e interesses. Estes conceitos são detalhados a seguir em maior profundidade, assim como a forma com que a UNFCCC vem enfrentando os desafios da implementação de REDD+, a partir dos acordos mais recentes alcançados na Conferência das Partes (COP 19) da Convenção, em Varsóvia.

Para fins de definição, iniciativas de REDD+ são aqui consideradas como um conjunto de medidas, políticas e incentivos assumidos por países em desenvolvimento para mitigar emissões do setor florestal que visem: (i) reduzir emissões de desmatamento, (ii) reduzir emissões de degradação, (iii) conservar estoques de carbono, (iv) promover o manejo sustentável das florestas; e (v) aumentar os estoques de carbono.<sup>xiii</sup> Essas ações devem resultar em reduções de emissões oriundas do desmatamento e da degradação, desde que sejam mensuráveis, verificáveis, quantificáveis e demonstráveis.<sup>xiv</sup>

Os desafios anteriormente mencionados associados com a implementação dessas medidas (vazamento, verificação etc.) implicam custos adicionais para os países, empresas e produtores rurais que se envolvem neste tipo de iniciativa. Primeiro, para cumprir com o objetivo de reduzir o desmatamento, é necessário saber quanto tem sido desmatado ao longo dos anos, e o que aconteceria se não houvesse uma mudança nas medidas e políticas que hoje são associados ao desmatamento, a chamada “linha de base” ou “nível de referência”. Posteriormente, é necessário identificar quais locais serão conservados, em vez de desmatados, de forma a minimizar os custos de oportunidade associados aos atores impactados. Finalmente, é imprescindível a estruturação de um arcabouço de instrumentos que não só controlem, mas também incentivem a permanência

de florestas nestes locais no longo prazo. No momento, em várias partes do Brasil, há tentativas em curso de buscar a valorização das florestas como sumidouros de carbono, com diferentes graus de sucesso.

### **6.3.1 Tendências na política internacional de REDD+: O pacote técnico de Varsóvia<sup>xv</sup>**

Durante a COP 19, em novembro de 2013, ficou definido um “pacote técnico” para REDD+. Enquanto ainda há muito o que ser feito para garantir sua implementação bem-sucedida, esse pacote caracteriza o progresso alcançado nas negociações relacionadas ao REDD+ ao definir algumas regras a serem seguidas pelos países que vão implementá-lo. À medida que os países signatários da UNFCCC se mobilizam em direção ao estabelecimento de um novo acordo internacional sobre o clima em 2015, o progresso em REDD+ merece uma análise mais profunda.

As decisões em Varsóvia sobre REDD+ (o chamado “REDD+ *Warsaw Framework*”) representam um passo significativo para tornar REDD+ uma realidade. Os negociadores progrediram em seis questões-chave, incluindo: financiamento, transparência e salvaguardas, monitoramento, verificação, arranjos institucionais e causas do desmatamento e degradação florestal.

#### *6.3.1.1 Financiamento*

Um dos desafios mais fundamentais para a implementação de REDD+ se refere à dificuldade de os países em desenvolvimento financiarem suas estratégias de redução do desmatamento e das emissões associadas. Como descrevemos antes, em princípio quem se beneficia da redução do desmatamento é a população do mundo em geral, enquanto quem teria de enfrentar os custos associados (tanto de implementá-lo quanto de oportunidades de uso do solo evitados) são também os países em desenvolvimento detentores de florestas em risco. Um dos aspectos mais

controvertidos das negociações sobre REDD+ é a questão de *offset* de emissões nos países desenvolvidos servirem como fonte de financiamento para ações para compensar as reduções de desmatamento nos países em desenvolvimento.

O pacote de Varsóvia observa que os recursos para a implementação de REDD+ em escala global nesta conjuntura não são suficientes para permitir que se enfrente este desafio unicamente por meio de transferências de recursos do Norte para o Sul. Se esses recursos não forem suficientes, os países em desenvolvimento não serão capazes de implementar as cinco atividades definidas no conceito de REDD+.

O pacote de Varsóvia não identifica novas fontes de recursos para resolver este problema, mas salienta que o financiamento deve ser “baseado em resultados”, isto é, os países que desmatam devem ser capazes de mensurar suas reduções, antes de solicitar novos recursos. Ao mesmo tempo, países em desenvolvimento devem ser privilegiados com acesso ao financiamento de agências de fomento, como o novo Fundo Climático Verde (*Green Climate Fund*), ou de outras fontes. Além disso, as diferentes agências de financiamento para REDD+, existentes e potenciais, são conclamadas a melhor coordenar seu apoio e garantir que se alinhe com as regras estabelecidas pela UNFCCC.

Por fim, cabe ressaltar que não há previsão de que o financiamento de REDD+ resulte em “créditos de carbono” para cumprimento de compromissos de mitigação dos países desenvolvidos estabelecidos pela UNFCCC. Ou seja, a ideia de *offset* de emissões do Norte por redução do desmatamento no Sul não foi consenso nas negociações, embora já existam acordos bilaterais em cogitação que preveem esta modalidade de financiamento.

### *6.3.1.2 Transparência e salvaguardas*

As decisões anteriores sobre o tema no âmbito da UNFCCC estabeleceram que as ações em redução do desmatamento e degradação financiada por medidas do REDD+ devem ser totalmente *mensuradas, relatadas e verificadas*, um critério conhecido como MRV. Além disso, a transparência é importante para garantir que o instrumento seja eficaz e equitativo.

O pacote de Varsóvia determinou a “criação de um portal de informações” (*information hub*) no *site* da UNFCCC, com o objetivo de apresentar informações sobre atividades de REDD+, incluindo pagamentos baseados em resultados, relatórios técnicos que descrevam como a diminuição de emissões de GEE é calculada, a estratégia nacional de REDD+ de cada país e planos de ação, informações sobre como as salvaguardas são abordadas, entre outras. Este portal representará um grande passo no sentido de facilitar a troca de informações entre países, tornando-as amplamente disponíveis.

De especial importância é a exigência de que os países devem incluir um relatório de avaliação completo sobre a forma como são atendidas as salvaguardas. As salvaguardas, definidas pelas decisões alcançadas na COP 17 de Cancún, em 2010, visam, entre outros, assegurar que o REDD+ seja implementado de forma equitativa e de acordo com a soberania de cada país. O pacote de Varsóvia estabelece que as salvaguardas devem ser mensuradas e relatadas publicamente a cada dois anos, com os primeiros relatórios publicados em dezembro de 2014.

### *6.3.1.3 Monitoramento*

Em conferências das partes da UNFCCC anteriores, os países em desenvolvimento foram incentivados a estabelecer um sistema nacional de monitoramento de suas florestas como parte de seu sistema de MRV e para melhor entender as causas do desmatamento. O pacote de Varsóvia torna esses sistemas obrigatórios a todos os países em desenvolvimento que visam à implementação de REDD+.

## Salvaguardas de REDD+

Salvaguardas são diretrizes que visam a potencializar os impactos positivos e reduzir os impactos negativos relacionados às ações de REDD+. O Anexo I da Decisão 1/CP.16 (ou Acordos de Cancún) traz orientações para os países em desenvolvimento implementarem ações de REDD+. As salvaguardas que esses países, incluso o Brasil, devem promover e apoiar têm foco:

1. Na garantia de direitos, especialmente de povos indígenas e populações tradicionais, que são considerados vulneráveis.
2. Na integridade ambiental dos resultados de redução de emissões alcançados, de modo a evitar deslocamento das atividades que causam o desmatamento para outras regiões e a não permanência ou perda de estoques de carbono concentrado nas florestas.
3. No reforço à boa governança, à transparência e à participação.

As decisões de Varsóvia afirmam que o MRV e sistemas nacionais de monitoramento das florestas devem ser baseados em sensoriamento remoto e observações terrestres, ser transparentes, bem como consistentes ao longo do tempo. Os sistemas devem medir estoques de carbono florestal, as emissões relacionadas com as florestas, áreas de florestas e diferentes tipos de florestas. Esta é a primeira vez que as decisões proporcionaram uma orientação clara ao tema, um passo fundamental para ajudar os países a desenvolverem seus próprios sistemas.

### *6.3.1.4 Verificação*

Outra questão esclarecida pelo pacote de Varsóvia diz respeito à garantia de que a implementação de REDD+ seja eficaz o suficiente para permitir que seu financiamento seja baseado no desempenho em termos de redução de emissões alcançadas em relação à linha de base. As decisões de Varsóvia

determinam que os sistemas de MRV e os níveis de referência (linha de base contra a qual as mudanças nas emissões são comparadas ano a ano) serão verificados em âmbito internacional. Este processo é importante porque sem verificação os recursos de REDD+ não serão transferidos aos países.

Esta verificação internacional foi muito debatida em reuniões anteriores. Com as decisões de Varsóvia, para cada país que está interessado em reivindicar a redução de suas emissões, a UNFCCC irá reunir uma equipe técnica, que inclui especialistas de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esta equipe irá avaliar os resultados do MRV e níveis de referência da floresta. A avaliação será disponibilizada ao público e terá dados sobre métodos, definições, precisão, transparência, documentação, suposições, gases incluídos, e abrangência das reivindicações do país para o GEE reduzido. As decisões de Varsóvia ainda determinam um cronograma anual para completar esta avaliação técnica, com todos os relatórios finais publicados no portal de informações em tempo hábil. A especificidade desta decisão significa que os países entendem agora como eles serão avaliados e, com isso, podem desenvolver seus próprios sistemas.

### *6.3.1.5 Arranjos institucionais*

Outra decisão importante de Varsóvia refere-se aos arranjos institucionais. Em muitos países, como o Brasil, por exemplo, já está claro qual ministério ou agência é responsável pela implementação de REDD+ e recebimento de recursos associados, no caso o Ministério do Meio Ambiente. As decisões de Varsóvia encorajam os países a criarem uma entidade nacional de REDD+ ou a designar um ponto focal para assuntos relacionados à REDD+. Estas entidades serão elegíveis para receber, com base nos resultados, recursos para implementar atividades e estratégias de REDD+. As instituições nacionais de REDD+ de todos os países relevantes serão incentivadas a compartilhar informações e experiências entre os países, bem

como realizar reuniões periódicas para identificar as lacunas, necessidades e boas práticas de atividades e financiamento de REDD+.

#### *6.3.1.6 Causas do desmatamento e degradação florestal*

Finalmente, o pacote de Varsóvia incentiva os diferentes setores — privado, organizações não governamentais (ONGs), países desenvolvidos e em desenvolvimento — a adotarem medidas para reduzir as causas do desmatamento. Isso inclui a continuação da implementação e suporte das iniciativas em curso. Infelizmente, causas do desmatamento não foram definidas pelas decisões em Varsóvia, e devido a isso ainda não está claro como esta decisão será implementada.

As decisões de REDD+ ocorridas em Varsóvia representam um progresso significativo, mas ainda existem muitas lacunas a serem esclarecidas para que países em desenvolvimento possam de fato garantir resultados efetivos de REDD+. Tais lacunas dizem respeito a questões de vazamento das emissões, distribuição de benefícios para atores locais, transferência de tecnologias, entre outros.

## **6.4 IMPORTÂNCIA DO BRASIL E OUTROS PAÍSES TROPICAIS EM TERMOS DE EMISSÕES**

As florestas tropicais somam 1.949 milhões de hectares, dos quais aproximadamente 70 % estão intactos e respondem por pouco mais da metade dos biomas florestais do mundo (do restante, 20 % correspondem a florestas temperadas e 29 % a florestas boreais). Conseqüentemente, 55 % do carbono estocado em florestas estão nas florestas tropicais (470 bilhões de toneladas de carbono), dos quais 56 % estão em biomassa, 32 % no solo e o restante em galhos e folhas caídas. As florestas tropicais também são as que mais absorvem carbono da atmosfera. Enquanto as florestas boreais e

temperadas absorvem, respectivamente, cerca de 0,5 e 0,8 bilhão de toneladas de carbono anuais, em média, as florestas tropicais absorvem aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas anuais.<sup>xvi</sup>

Esses dados mostram a importância das florestas tropicais no ciclo do carbono, exercendo uma função fundamental na regulação climática do planeta. Elas estão presentes nas Américas do Sul e Central, na África e no Sudeste Asiático, sendo que as maiores parcelas contíguas estão localizadas nas duas primeiras regiões. Contudo, essas regiões também contribuem negativamente para o ciclo do carbono por meio do que se convencionou chamar de “mudança no uso da terra”, termo que se refere ao desmatamento ou a degradação de florestas primárias e a conversão da área para outros usos, em especial para a agropecuária e monoculturas. Esse processo constitui a principal fonte de emissão de CO<sub>2</sub> de muitos países em desenvolvimento, entre eles o Brasil. Conseqüentemente, embora as regiões tropicais sejam as principais responsáveis pela absorção de carbono da atmosfera, tanto nas florestas intactas quanto com o reflorestamento e regeneração da vegetação, as emissões decorrentes da mudança no uso da terra fazem com que o balanço de carbono nessas regiões fique próximo a zero. Neste sentido, torna-se crítico para os objetivos da UNFCCC reverter o processo de desmatamento e degradação das florestas, para que as regiões tropicais cumpram com seu potencial como sumidouro de carbono.

#### **6.4.1 O contexto do desmatamento no Brasil**

Durante os primeiros cinco séculos desde a colonização do Brasil pelos europeus, a maioria da ocupação humana ocorreu na Mata Atlântica, na Caatinga e no Cerrado, sendo que no primeiro o desmatamento atingiu mais de 90 % do bioma.<sup>xvii</sup> A Amazônia é o único bioma no território brasileiro que ainda detém parte significativa das florestas originais, registrando-se um desmatamento até 2013 de apenas 18,6 % (757.200 km<sup>2</sup>). As florestas

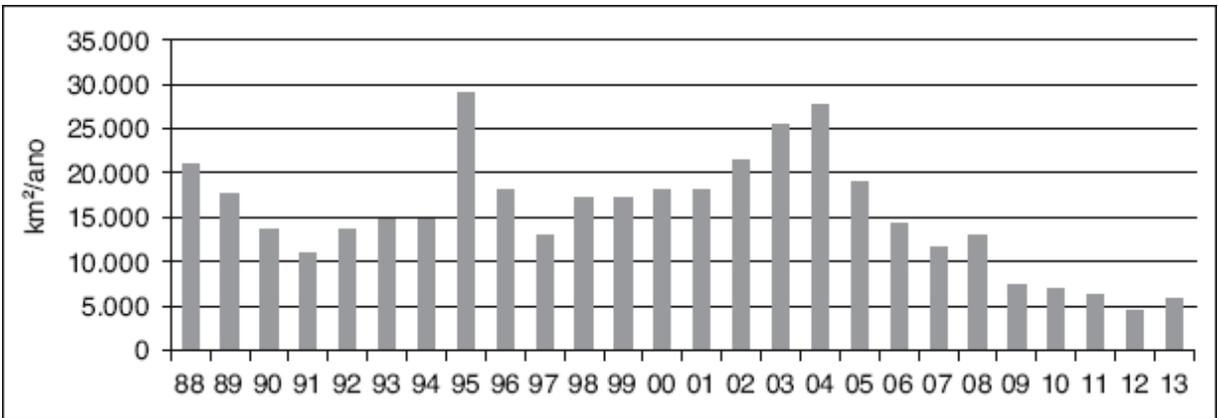
degradadas por atividades madeireiras predatórias avançam em parte significativa da área remanescente, causando vulnerabilidade ao fogo.

Até a primeira metade do século XX, a ocupação da Amazônia por populações não nativas ocorreu com base nos ciclos de exploração de produtos extrativistas, entre os quais a borracha é o caso mais famoso. Esses ciclos se caracterizavam por apresentar um *boom* com posterior colapso econômico, o que evitou um desmatamento em grande escala da floresta e uma ocupação massiva. A partir da década de 1950, no entanto, investimentos públicos voltados à integração da região ao restante da economia começaram a estimular impactos cada vez maiores na cobertura florestal. Nesse momento, começaram a ser implantadas rodovias que ligavam capitais da região, como Belém e Porto Velho, a cidades do Cerrado e do Sul-Sudeste. Por trás dessas ações estava a intenção de levar um modelo de desenvolvimento convencional à região, facilitar o acesso a matérias-primas e expandir o mercado das indústrias de bens de consumo.

A partir da década de 1960 e ao longo do regime militar a intervenção na Amazônia aumentou. O Estatuto da Terra, publicado em novembro de 1964, deu impulso à ocupação da região ao impedir o processo de reforma agrária das terras já utilizadas em outras partes do País, o que fez com que a colonização da Amazônia fosse apresentada como solução para a questão fundiária. Nesse período, testemunhou-se uma grande migração para a região, principalmente de famílias vindas do sul do País. A construção da rodovia Transamazônica, que vai da Paraíba até o centro do Amazonas, é mais um exemplo da tentativa de ocupar economicamente a região. Expressões como “integrar para não entregar” e “terra sem homens para homens sem terra” foram muito utilizadas durante o governo militar para justificar essas políticas. A promoção da ocupação também ocorria por meio de créditos e incentivos fiscais para as atividades produtivas, enquanto o desmatamento servia para comprovar que o empréstimo adquirido era de fato usado na agricultura e para obter o título da terra. Como consequência

dessas ações, esse período presenciou um salto no desmatamento da Amazônia. Estimativas mostram que enquanto até 1970 se havia desmatado aproximadamente 100.000 km<sup>2</sup> da floresta (2,4 % dos 4,1 milhões de km<sup>2</sup> originais da Amazônia brasileira), entre 1978 e 1988 as taxas anuais de desmatamento foram, em média, de 20.000 km<sup>2</sup> e permaneceram elevadas nas últimas duas décadas, chegando a um total cumulativo próximo a 19 % do bioma nos dias atuais.<sup>xviii</sup>

Ao final da década de 1980 esse modelo de desenvolvimento na Amazônia começou a ser questionado pelos movimentos sociais e houve uma redução nos incentivos fiscais e no crédito para aquelas atividades. Conseqüentemente, as taxas de desmatamento diminuíram, como se observa na Figura 6.1. Também ocorreu nessa época a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), cujas funções incluíam fornecer licença para atividades com impactos ambientais significativos, criação e manejo de áreas protegidas (atualmente sob a responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio) e o incentivo ao manejo florestal. Contudo, as ações efetivas para controlar o desmatamento foram muito restritas. Com uma população já significativa, a exploração da floresta prosseguiu de forma desordenada, com a extração de madeira e a posterior ocupação com pastos e a agricultura. Com a predominância de grandes produtores rurais, ao longo da década de 1990 o desmatamento esteve relacionado com fatores macroeconômicos, como a disponibilidade de crédito e a estabilização da moeda, fazendo com que a terra virasse um ativo especulativo de maior importância do que as aplicações financeiras (veja a resposta ao Plano Real em 1995 em termos de desmatamento). O crescimento nas taxas no final dessa década e no início dos anos 2000 estava relacionado com o crescimento do mercado internacional de carne bovina e da soja, associado com a ausência de um controle do desmatamento pelo governo federal.



**FIGURA 6.1** Taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal (1988-2013). Fonte: PRODES/INPE (O INPE mede as taxas de desmatamento desde 1988.)

No início dos anos 2000, o avanço da soja tornou-se o maior risco para a cobertura florestal, principalmente ao longo do “arco do desmatamento”, que se estende desde o leste do Pará até o Acre. O impacto direto desta expansão foi contido em parte a partir da negociação de uma “Moratória da Soja” em áreas sujeitas a reflorestamento recente. Mas a expansão do cultivo de soja e cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis em outras áreas do País, principalmente no Cerrado, levou a impactos indiretos, devido à transferência da criação de gado para a Amazônia. Neste período, a Amazônia se tornou o principal *locus* de expansão da indústria de carnes no País, e o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne bovina.<sup>xix</sup>

Contudo, após as taxas de desmatamento apresentarem um grande aumento na primeira metade da década passada, o governo federal adotou atitudes mais efetivas para reduzi-las. Foram elaborados planos para o controle do desmatamento e houve um aumento na criação de áreas protegidas, principalmente ao longo de rodovias, como a BR-163 (Cuiabá-Santarém). O monitoramento do desmatamento também passou a ser mais efetivo, com novas tecnologias, entre outras medidas.

A redução alcançada nas taxas de desmatamento passou a ser um dos principais argumentos do governo brasileiro nas negociações sobre as mudanças climáticas, uma vez que a maior parte das emissões brasileiras de

CO<sub>2</sub> é derivada do desmatamento. Contudo, isso não impediu que houvesse um novo aumento nas taxas (como se pode observar na Figura 6.1), o que mostra que ainda há uma grande pressão de grupos que defendem a expansão da agropecuária na Amazônia (ruralistas).

#### **6.4.2 Políticas públicas relacionadas ao clima e desmatamento no Brasil**

As ações brasileiras de REDD+ têm como principais referências o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, lançado pelo Brasil em dezembro de 2008, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 12.187, aprovada em dezembro de 2009. A PNMC, que inclui o Plano Nacional como um dos seus instrumentos, define objetivos e diretrizes para a atuação do Brasil no enfrentamento à mudança do clima, fixando em lei o compromisso nacional voluntário de redução de emissões capaz de gerar desvio de 36,1 % a 38,9 % em relação às projeções das emissões para 2020.

O conjunto das ações brasileiras envolve iniciativas de mitigação em áreas como o combate ao desmatamento, agricultura, energia e indústria. No tocante ao combate ao desmatamento, o Plano Nacional de Mudança do Clima define que o Brasil tem por objetivo reduzir, em 2020, em 80 % o desmatamento na Amazônia em relação à média de 1996-2005 (19.535 km<sup>2</sup>), e em 40 % o desmatamento no Cerrado, em relação à média de 1999-2008 (15.700 km<sup>2</sup>). A PNMC também busca promover medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade de sistemas ambiental, social e econômico.

A PNMC se beneficiou dos trabalhos em curso desde 2004 no âmbito do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e, por outro lado, incentivou o lançamento de um novo plano orientado à região do Cerrado, o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma

Cerrado (PPCerrado), abordados a seguir. Tais planos para biomas específicos são instrumentos da PNMC, e também fazem parte das estratégias nacionais de conservação da biodiversidade, definindo objetivos, diretrizes e ações para prevenir e reduzir o desmatamento, assim como promover o uso sustentável dos recursos naturais em biomas específicos.

Além desses planos, a PNMC também prevê o estabelecimento de planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima, com vistas à consolidação de uma economia de baixo carbono, contribuindo para alcançar os compromissos nacionais voluntários anunciados na referida política. Tais planos poderão oferecer contribuição, direta ou indireta, para a redução do desmatamento e a valorização da floresta em pé. O Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), por exemplo, tem o objetivo de garantir o aperfeiçoamento contínuo e sustentado das práticas de manejo que reduzam a emissão de GEE e, adicionalmente, também aumentem a fixação atmosférica de CO<sub>2</sub> na vegetação e no solo referentes ao setor agropecuário brasileiro. Esse plano deverá contribuir para reduzir a pressão sobre as florestas ao promover uma maior produtividade dos sistemas agrícolas, práticas de manejo sustentável e recuperação de áreas degradadas.

A PNMC também prevê mecanismos financeiros para apoiar a implementação das ações previstas nos Planos. O Fundo Amazônia, lançado em agosto de 2008, ressalta o pioneirismo do Brasil em nível internacional no desenvolvimento de mecanismos de apoio a ações voltadas à REDD+ em países em desenvolvimento. O Fundo Amazônia é um instrumento financeiro privado que visa a captar doações, no Brasil e no exterior, a fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa decorrentes do desmatamento no bioma Amazônia. A iniciativa representa desdobramento da proposta brasileira de oferecer incentivos positivos para a redução de emissões por desmatamento em países em desenvolvimento, apresentada durante a COP 12 da UNFCCC, realizada em Nairóbi, em 2006. Em 2008, a

Noruega anunciou sua intenção de contribuir com US\$ 1 bilhão para o Fundo Amazônia ao longo de dez anos. Em dezembro de 2010, um novo contrato de contribuição financeira foi celebrado com a Alemanha. Este Fundo está consistente com o Pacote de Varsóvia anteriormente descrito, ao estimular a performance para reduzir o desmatamento antes de liberar novos recursos (ou seja, financiamento baseado em “resultados”).

O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima foi criado com a finalidade de assegurar recursos para apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos seus efeitos. Cerca de 60 % dos recursos do fundo são provenientes de tributação sobre exploração e comercialização de petróleo, destinados ao Ministério do Meio Ambiente. O Fundo já teve projetos aprovados na área de manejo florestal sustentável para a região da Caatinga e, em 2014, deveria apoiar o desenvolvimento de planos de gestão ambiental em terras indígenas na Caatinga e no Cerrado, bem como projetos adicionais de manejo florestal sustentável para a região da Caatinga. No entanto, a disponibilidade dos recursos oriundos do fundo é hoje incerta, devido às novas regras de distribuição de *royalties* do petróleo e da crise atual da Petrobras.

#### *6.4.2.1 Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)*

O PPCDAm foi lançado em 2004 pelo governo federal como resposta ao crescimento da taxa de desmatamento na Amazônia, que atingiu um pico naquele ano. O Plano se baseia em um conjunto de ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle ambiental, envolvendo parcerias entre os governos federal, estadual, municipal, sociedade civil e o setor privado. As ações do PPDDAm foram organizadas em três linhas estratégicas:

- ordenamento fundiário e territorial;
- monitoramento e controle ambiental;
- fomento a atividades produtivas sustentáveis.

O objetivo durante a primeira fase (2004-2008) era o de reduzir o desmatamento em 20 %. Em 2009, o Grupo Permanente de Trabalho Interministerial estipulou uma meta de redução no desmatamento de 80 % em relação ao período de 1996-2005. Atualmente, o PPCDAm encerrou sua terceira fase (2012-2015) e os resultados obtidos estão em análise e servirão de subsídio para que o Ministério do Meio Ambiente coordene a elaboração de uma nova estratégia de proteção dos biomas.

Alguns estudos mostraram que a maior parte dos resultados obtidos por este plano está relacionada com as políticas de comando e controle. De fato, pode-se atribuir 50 % da redução no desmatamento durante a primeira fase do programa a essas ações, o que mostra que as duas primeiras linhas estratégicas tiveram mais ênfase.<sup>xx</sup> É importante notar, portanto, que a terceira linha parece ter recebido pouca importância dentro do programa, assim como nas políticas em geral. Isso mostra uma dificuldade de converter o modelo de desenvolvimento convencional que predomina na região para um modelo sustentável, tanto pela pressão contrária dos promotores do desmatamento quanto pela falta de vontade política do governo.

A localização do desmatamento também é uma variável importante dentro dos resultados do programa. Se, por um lado, o estado do Amazonas presenciou uma redução nas taxas de desmatamento, por outro, elas dobraram em Rondônia e aumentaram em cerca de 29 % no Mato Grosso, onde se localizam os principais atores de desmatamento.<sup>xxi</sup>

#### *6.4.2.2 Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado)*

O bioma Cerrado ocupa aproximadamente 24 % do território nacional, mas cerca de 50 % de sua cobertura original foi destruída, principalmente devido ao cultivo de soja. Entre 2002 e 2008, a perda da cobertura florestal do Cerrado foi, em média, de 14.200 km<sup>2</sup> anuais,<sup>xxiii</sup> próximo ao desmatamento observado na Amazônia ao longo da década de 1990. Atualmente, o Cerrado é o bioma que tem sido desmatado com maior intensidade.

Assim, em 2010, foi lançado o PPCerrado com o objetivo de promover a redução da taxa de desmatamento e da degradação florestal no bioma, bem como da incidência de queimadas e incêndios florestais. A meta desse Plano é reduzir o desmatamento no bioma em 40 % até 2020, tendo como linha de base o período de 2002-2008. As diretrizes do PPCerrado incluem: a integração e aperfeiçoamento das ações de monitoramento e controle de órgãos federais, visando à regularização ambiental das propriedades rurais, gestão florestal sustentável e combate às queimadas; o ordenamento territorial, visando à conservação da biodiversidade, proteção dos recursos hídricos e uso sustentável dos recursos naturais; o incentivo a atividades econômicas ambientalmente sustentáveis, manutenção de áreas nativas e recuperação de áreas degradadas; e a educação ambiental.

#### *6.4.2.3 Mudanças do Código Florestal e suas implicações para a gestão de florestas e biodiversidade*

O Código Florestal (CF) foi criado pela Lei Federal nº 4.771/1965 e estabelece, entre outros, que um percentual das propriedades rurais deve ser mantido com cobertura florestal (Reserva Legal) e proíbe o desmatamento de vegetação primária em terrenos de declive acentuado e nas margens de rios e córregos, ambos definidos como Área de Preservação Permanente (APP). Essas regras estão relacionadas com o conceito de que as florestas “são bens de interesse comum a todos os habitantes do País” (artigo 1º do CF), e que as propriedades rurais têm uma função social, a qual requer a

“utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente” (artigo 186 da Constituição Federal).

Contudo, é importante reconhecer que o Código Florestal, em seu formato original, não foi um instrumento efetivo de proteção ambiental, tanto pela dificuldade e falta de iniciativa para a aplicação da lei quanto pela dificuldade de cobrança e cumprimento das penalidades. As mudanças que ocorreram (com relação aos percentuais de Reserva Legal, por exemplo) também o tornaram confuso. Por outro lado, é importante notar que ele constitui o pano de fundo sobre o qual as políticas de manejo florestal evoluíram, sendo uma base importante para identificar possíveis instrumentos econômicos para lidar com a preservação florestal.

O percentual da propriedade que deve ser mantido como Reserva Legal é variável de acordo com o bioma onde se localiza. Na maioria das regiões, a parcela mínima é de 20 %, mas na Amazônia ela aumenta para 80 % da propriedade. O antigo Código previa um percentual de 50 % para essa região, mas diante da elevação das taxas de desmatamento na década de 1990, uma Medida Provisória aumentou a restrição para 80 %. Entretanto, nos estados em que o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) já esteja estabelecido, em áreas rurais designadas para uso produtivo o percentual mínimo de Reserva Legal pode ser reduzido para 50 %.<sup>xxiii</sup>

O debate recente em torno do Código Florestal se iniciou a partir da tentativa de um setor do Congresso Nacional de enfraquecê-lo. O ponto de partida para a disputa foi a proposta de anular as multas e aliviar a responsabilidade de quem havia desmatado além do que permitia o Código. Em seguida, um Projeto de Lei previa um relaxamento nos requerimentos relativos à restauração de Reservas Legais e de APP, reduzia a distância a ser preservada nas margens de rios em mais da metade e permitia que áreas de APP que tivessem atividades agrícolas consolidadas a permanecerem como tal. Finalmente, o projeto também permitia que as áreas de APP

fossem contabilizadas como parte do percentual de Reserva Legal, o que antes não era possível.

Outro ponto importante que esteve em debate nesse período foi sobre a compensação de Reserva Legal. A MP que impôs maior rigor ao Código em 1997 incluiu uma cláusula de flexibilização da área da Reserva Legal que era necessário manter ou restaurar. O Código prevê que o proprietário que não obedeça ao limite mínimo de Reserva Legal pode compensá-lo em outra propriedade, por meio de Cotas de Reserva Ambiental (CRA). Essa alternativa constitui um instrumento econômico na medida em que o proprietário pode compensar em uma área com um custo de oportunidade menor. Houve uma proposta de que a compensação pudesse ocorrer em qualquer um dos biomas, o que acabou não sendo aprovado, podendo ser feita em qualquer estado, mas dentro do mesmo bioma.

### **Cota de Reserva Ambiental (CRA)**

**A** nova Lei Florestal (12.651), aprovada em 2012, permite que os proprietários rurais com obrigação de recompor suas áreas de Reserva Legal possam compensar essas parcelas em outras propriedades, através das Cotas de Reserva Ambiental. A legislação autoriza a compensação em propriedades de outros estados, desde que dentro do mesmo bioma.

As CRA podem ser criadas em áreas de:

- Servidão Florestal
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)
- Reserva Legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais legais
- Unidade de Conservação de domínio público que ainda não tenha sido desapropriada

Além disso, existe a obrigação de que os proprietários que desejam criar CRA tenham feito o Cadastro Ambiental Rural (CAR) de suas propriedades. O CAR é um registro das informações georreferenciadas da propriedade, identificando a Reserva Legal, Áreas de Preservação Permanente, remanescentes de vegetação nativa, área de produção agropecuária, entre outras informações, a partir das quais pode ser feito o diagnóstico ambiental do imóvel.

A criação desse instrumento abre a possibilidade de se estabelecer um mercado para a comercialização das CRA. A Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio) está criando um espaço onde as cotas poderão ser negociadas. Contudo, ainda não há uma quantidade suficiente de cotas para negociação e está em funcionamento um mercado de contratos para o desenvolvimento de cotas para o futuro.

---

Fonte: BVRio

No entanto, com exceção dos aspectos referentes a não responsabilização (anistia) por desmatamentos ilegais ocorridos até 2008, que entrou em pleno vigor desde o primeiro dia de sua publicação, a implementação da nova lei florestal ainda não deslanchou (TELLES DO VALLE, 2014).<sup>xxiv</sup> Apenas recentemente, foram publicados o Decreto Federal nº 8.235/2014 e a Instrução Normativa do MMA nº 002/2014, que regulamentam e trazem procedimentos relativos ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), ao Programa Mais Ambiente Brasil e ao CAR.

### **6.4.3 Estratégia nacional e iniciativas estaduais**

O MMA lançou, em junho de 2010, um processo participativo para a formulação de propostas para uma estratégia nacional de REDD+, que

contou com a participação ativa de diversos segmentos de governo e da sociedade civil. As recomendações oriundas deste processo representaram importante subsídio para as discussões interministeriais, iniciadas em 2010 e ainda em curso, com vistas à elaboração da referida estratégia nacional. Tal estratégia é uma resposta a uma preocupação global diante da estruturação da implementação de REDD+ pelos países em desenvolvimento. As negociações da Convenção do Clima previram algumas características gerais de arquitetura e implementação, mas cabe aos países tropicais o desenvolvimento de estratégias que correspondam à realidade local dos mesmos.

De acordo com as deliberações do Grupo de Trabalho de Longo Prazo e Ação Cooperativa da Convenção do Clima, ações de implementação de REDD+ devem ser realizadas em fases, começando com o desenvolvimento de uma estratégia nacional ou plano de ação. As estratégias nacionais foram interpretadas não apenas como um compromisso de reduzir as emissões de GEE, mas devem abordar também “as causas do desmatamento e degradação florestal, os direitos de posse de terra, questões de governança florestal, questões de gênero e as salvaguardas”.<sup>xxv</sup>

No Brasil, o Grupo de Trabalho Interministerial sobre REDD+ estava empenhado em construir a estratégia nacional baseando-se na discussão de quatro pontos principais: arquitetura financeira; aspectos técnicos; arranjos de governança; e investimentos e incentivos econômicos positivos. Três diferentes grupos de trabalho foram criados em 2010 para discutir esses quatro pontos principais da estratégia, envolvendo participantes de organizações da sociedade civil, instituições governamentais e não governamentais e do setor privado. Além disso, o Departamento de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental formou um painel de técnicos, composto por atores de diferentes setores, para fornecer dados sobre questões relacionadas a financiamento e repartição de benefícios. No momento, a estratégia ainda está em fase de elaboração.

Alguns ministérios, sob a liderança da Casa Civil, juntamente com os governos estaduais da Região Amazônica, formaram a Força Tarefa dos Estados em 2012, para promover um processo de diálogo entre os governos federal e estaduais, a fim de negociar aspectos-chave do REDD+ e projetos e programas que estão sendo implementados em nível estadual. Atualmente, há mais de 50 projetos de REDD+ espalhados no Brasil. Os estados do Amazonas, Acre e Mato Grosso já possuem leis que regulamentam a implementação de REDD+.

Os projetos em curso mostram de forma concreta que a formulação inicial de REDD+ como uma espécie de PSA em nível internacional estava incompleta. Em alguns casos, tais como o Programa Bolsa Floresta no Amazonas, o PSA figura como parte integral da arquitetura do projeto. Em outros, como iniciativas em terras indígenas, inexistem pagamentos, mas sim o financiamento de atividades específicas que promovam a diminuição do desmatamento. Outros recursos a fundo perdido têm sido disponibilizados para tais empreendimentos. O papel de empresas privadas como responsáveis em parte pelo problema e sua solução tem outras repercussões e ainda não está muito claro.

Por causa desses fatores, o financiamento dos projetos não obedece à expectativa de que o Norte iria ser o principal responsável para compensar o Sul pelo serviço ecossistêmico de reduzir o desmatamento. Em vez disso, há doações internacionais, fundos de compensação nacionais, contribuições de empresas nacionais (Petrobras e Natura, por exemplo, são importantes *players* nessas contribuições para projetos como o projeto REDD+ dos índios Suruí, em Rondônia e Mato Grosso), assim como acordos bilaterais visando *offset* de emissões com estados norte-americanos (a exemplo do acordo Califórnia-Acre). Essas ações de compartilhamento de custos têm sido tratadas como “commoditização da natureza” (Carta de Belém), mas, por outro lado, geralmente não se remete ao mercado do carbono, relacionado principalmente aos projetos e *tradings* previstos no Protocolo

de Quioto. Valores mais amplos relacionados à conservação de florestas em pé, assim como a sobrevivência dos povos que as protegem, fazem parte dessas iniciativas. Assim, na prática, o REDD+ é bem mais complexo e multifacetado que seria possível de interpretar de suas regras de implementação, acordados em Varsóvia.

## 6.5 Conclusões

A emissão de GEE, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, tem como consequência o aquecimento global, que, por sua vez, pode causar diversos impactos como o aumento do nível dos oceanos, mudanças nas correntes marítimas, alterações na dinâmica dos ecossistemas, desertificação de áreas antes com cobertura vegetal, entre outros. A destruição de biomas florestais também é responsável por uma quantidade significativa da emissão de GEE, em especial o desmatamento de florestas tropicais, a partir da emissão de CO<sub>2</sub>. Além de absorver e estocar carbono, as florestas “fornecem” outros serviços ambientais fundamentais à vida no planeta, como a regulação climática e a regulação hídrica, sem falar nos produtos de origem florestal que utilizamos, como os alimentos, a madeira, o carvão vegetal e produtos medicinais.

Durante aproximadamente 40 anos, entre a década de 1960 e meados da última década, houve elevadas taxas de desmatamento na Amazônia, em função dos projetos de colonização e do avanço da agropecuária. Durante esse período a mudança no uso da terra, termo aplicado ao desmatamento, foi a principal fonte emissora de GEE no Brasil, tendo sido apenas recentemente ultrapassada pelos setores de agropecuária e energia. A redução das taxas de desmatamento na Amazônia, e a consequente redução da emissão de GEE, fizeram parte da política internacional do governo brasileiro nas negociações sobre mudanças climáticas.

Embora o País possua uma capacidade invejável de monitoramento das tendências de desmatamento e degradação florestal, as bases para a governança das intervenções mais efetivas para assegurar sua estabilização e redução ainda são tênues a nível federal. Em nível estadual e local, a falta de vontade política de assumir o ônus para o controle e fiscalização resulta em morosidade e repetidos crimes ambientais, às vezes acobertados por corrupção ativa. Atualmente, a elaboração dos componentes de uma Estratégia Nacional para servir às demandas do Marco de Varsóvia é que mais mobiliza esforços em nível federal, visando à finalização da estratégia nacional de REDD+.

A persistência de desentendimentos entre as esferas federal e estadual, e a falta de definição sobre o *status* de projetos e programas subnacionais dentro do regime de compartilhamento de recursos, representam empecilhos significativos à dinâmica de mobilização dos atores e empreendimentos em prol de REDD+. A crise financeira global e queda do valor de CO<sub>2</sub> no mercado internacional afetam os fluxos de recursos voluntários, mas a ausência de regulação do regime causa ainda maior apreensão.

Finalmente, é importante ressaltar que a ideia inicial de REDD+ foi baseada na criação de incentivos positivos e reformas políticas no setor florestal. Existe um risco muito grande de que REDD+ não seja capaz de competir com as atuais atividades que geram desmatamento no País. Para que isso seja possível é necessário que estratégias voltadas para REDD+ levem em consideração a importância da modificação de incentivos e de uma reforma política que esteja coordenada com outros setores que não somente o florestal. Diminuir o desmatamento é um objetivo extremamente complexo que envolve diferentes atores e uma variedade de abordagens de governança. A estratégia nacional de REDD+ ainda precisa deixar claro o papel de diferentes atores, principalmente do setor privado, assim como quais incentivos e reformas farão parte da governança que o REDD+ visa alcançar.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Código Florestal:** constitui o principal arcabouço legal com relação ao uso dos recursos florestais no Brasil. O CF determina, por exemplo, tipos de uso permitidos em diferentes regiões, áreas com restrição de uso, como Reservas Legais e APP, e áreas nas quais é permitida a supressão vegetal. O CF se baseia no princípio de que as florestas “são bens de interesse comum a todos os habitantes do País” (artigo 1º do CF).
- **Mudança no uso da terra:** termo que se refere ao desmatamento e degradação de florestas primárias e à conversão destas áreas para outros usos, tais como agropecuária e monoculturas. Essa é a principal fonte de emissão de GEE em muitos países em desenvolvimento, e até recentemente, era a principal fonte também no Brasil.
- **Pagamento por serviços ambientais:** uma transação voluntária, em que um serviço ambiental bem definido (ou um uso da terra que garanta aquele serviço) é comprado por (ao menos) um comprador de (ao menos) um provedor se, e apenas se, este último assegura a provisão do serviço ambiental (WUNDER, 2005).
- **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC):** foi criada por uma lei federal, definindo objetivos e diretrizes para o enfrentamento das mudanças climáticas, fixando o compromisso voluntário do Brasil de redução das emissões de GEE. A PNMC tem o Plano Nacional sobre Mudança do Clima como um de seus instrumentos, e as ações desencadeadas por ela envolvem iniciativas para a mitigação em áreas como agricultura e combate ao desmatamento.
- **REDD+:** conjunto de medidas, políticas e incentivos voltados para a redução do desmatamento e da degradação florestal, por meio dos quais se reconhece o papel do manejo e da conservação florestal, bem como

do aumento de estoque de carbono florestal, para a redução das emissões antrópicas de GEE e para atenuar a mudança climática.

- **Salvaguardas para REDD+:** são diretrizes que visam a potencializar os impactos positivos e reduzir os impactos negativos relacionados às ações de REDD+. Elas se referem às medidas que os governos nacionais devem adotar para gerenciar riscos no desenho e na implementação de suas ações. Elas devem ser construídas e implementadas com transparência e participação.
- **Serviço ambiental:** é o benefício ou a contribuição que determinado ecossistema fornece para o bem-estar dos seres humanos. Podem ser classificados como serviços de provisão (água e alimentos), de regulação (controle de inundações e doenças), culturais (benefícios recreacionais, culturais e espirituais) e serviços de suporte (ciclo de nutrientes).

## QUESTÕES

- 6.1 Explique como a proteção das florestas pode servir como solução para a crise hídrica que recentemente afetou o Brasil.
- 6.2 Quais os impactos do desmatamento das florestas tropicais para a regulação climática global e o papel da Amazônia neste contexto?
- 6.3 Quais os principais desafios à implementação de políticas e medidas voltadas à redução do desmatamento e o que deve ser feito para superá-los?
- 6.4 Considerando o conceito de linha de base, como você avalia o desempenho do Brasil antes e depois das principais políticas de redução do desmatamento iniciadas nos anos 2000?
- 6.5 A expansão do uso do etanol de cana ajuda a reduzir as emissões oriundas de combustíveis fósseis, mas também pode contribuir para o aumento das emissões por mudança no uso da terra. Comente.

## LEITURA COMPLEMENTAR

- GEBARA, M.; FATORELLI, L.; MAY, P.; ZHANG, S. REDD+ policy networks in Brazil: constraints and opportunities for successful policy making. *Ecology and society* 19(3): 53, 2014.
- LAPOLA, D. M.; SCHALDACH, R.; Alcamo, J.; BONDEAU, A.; Koch, J.; KOELKING, C.; PRIESS, J. A. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Science*, 107(8), 2010. p. 3388-3393.
- MAY, P. H.; MILLIKAN, B.; GEBARA, M. F. *O contexto de REDD+ no Brasil: determinantes, atores e instituições*. Publicação ocasional 62. Bogor, Indonésia: CIFOR, 2011.
- MAY, P. H.; ANDRADE, J.; VIVAN, J. L.; KAEICHELE, K.; GEBARA, M. F.; Abad, R. *Assessment of the role of economic and regulatory instruments in the conservation policy mix for the Brazilian Amazon – a coarse grain analysis*. Rio de Janeiro: Policymix, 2012.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *REDD+ Relatório de painel técnico do MMA sobre financiamento, benefícios e cobenefícios*. Brasília: MMA, 2012. 23p.
- SILLS, E. O.; ATMADJA, S. S.; SASSI, C. de; DUCHELLE, A. E.; KWEKA, D. L.; RESOSUDARMO, I. A. P.; SUNDERLIN, W. D. *REDD+ on the ground: A case book of subnational initiatives across the globe*. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2014.
- WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. *Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal*. Brasília: MMA, 2008.
- WUNDER, S. *Payments for environmental services: Some nuts and bolts*. Occasional Paper 42. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2005.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Synthesis Report. In: PACHAURI, R. K.; MEYER, L.A. (eds.). *Climate Change 2014*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, 151p.
- ii MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. Brasília, 2013.
- iii Há controvérsias sobre esta capacidade de sequestro de carbono; com o aquecimento global, as florestas podem passar a emissores líquidos de CO<sub>2</sub>.
- iv MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005.
- v ARRAUT, J. M.; NOBRE, C.; BARBOSA, H. M. J.; OBREGON, G.; MARENGO, J. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. *Journal of Climate* (25), 2012. p. 543-556.
- vi PORRO, R.; MILLER, R.; TITO, M. R.; DONOVAN, J.; VIVAN, J. L.; TRANCOSO, R.; VAN KANTEN, R. F.; GRIJALVA, J. E.; RAMIREZ, B. L.; GONÇALVES, A. L. Agroforestry in the Amazon region: A pathway for balancing conservation and development. In: GARRITY, D. P.; NAIR, P. K. R (eds.). *Agroforestry – The Future of Global Land Use*. Springer Netherlands, *Advances in Agroforestry* 9, 2012. p. 391-428; MALHI, Y.; ARAGÃO, L. E. O. C.; GALBRAITH, D.; HUNTINGFORD, C.; FISHERD, R.; ZELAZOWSKIA, P.; SITCHE, S.; MCSWEENEYA, C.; MEIRB, P. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change induced dieback of the Amazon rainforest. *PNAS USA* (106), 2009. p. 20610-20615; NEPSTAD, D. C.; SOARES-FILHO, B. S.; MERRY, F.; LIMA, A.; MOUTINHO, P.; CARTER, J.; BOWMAN, M.; CATTANEO, A.; RODRIGUES, H.; SCHWARTZMAN, S.; MCGRATH, D. G.; STICKLER, C.; LUBOWSKI, R.; PIRIS-CABEZAS, P.; RIVERO, S.; ALENCAR, A.; ALMEIDA, O.;

STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* (326), 2009. p. 1350-1351; NOBRE, C. A.; BORMA, L. D. S. 'Tipping points' for the Amazon forest. *Current Opinion in Environmental Sustainability* (1), 2009. p. 28-36.

- vii Há exceções, em que nem sempre o proprietário da terra é dono do seu produto. Um exemplo são as terras indígenas, cuja propriedade é da União, mas os produtos pertencem às comunidades indígenas.
- viii WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. *Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal*. Brasília: MMA, 2008.
- ix INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Synthesis Report. In: PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. (Ed.). *Climate Change 2007*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 104p. (ver i)
- x Ibid, 2007; STERN, N. *The Economics of Climate Change: the Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007; NEPSTAD, D.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F.; MOUTINHO, P.; RODRIGUES, H.; BOWMAN, M.; SCHWARTZMAN, S.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S. *The Costs and Benefits of Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in the Brazilian Amazon*. Falmouth: The Woods Hole Research Center, 2007.
- xi ELIASCH, J. *Climate Change: Financing Global Forests*. The Eliasch Review. London: Office of Climate Change, 2008. Definiu três principais tipos de medidas, políticas e incentivos:
- Medidas de comando e controle: incluem medidas de fiscalização, reestruturação de políticas florestais e estabelecimento de áreas protegidas.
  - Incentivos econômicos: criação de incentivos econômicos para atividades florestais sustentáveis e redução de subsídios para atividades que causam desmatamento e degradação.

- Transferência de recursos: transferência de recursos para atores locais na forma de pagamentos diretos ou benefícios que sejam capazes de manter ou criar comportamentos conservacionistas.

- xii Idem a ix e xi.
- xiii UNFCCC. Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. *Draft decision -/CP.16*, 2010.
- xiv UNFCCC. *Decision -/CP.13*, Bali Action Plan, 2007.
- xv O texto da Seção 6.3.1 reflete a situação diplomática até o final de 2014. Há grande esperança de que as decisões de Varsóvia sejam ratificadas na COP 21 em Paris, no final de 2015, mas ainda é muito prematuro analisar os resultados desta Conferência.
- xvi PAN, Y.; BIRDSEY, R. A.; FANG, J.; HOUGHTON, R.; KAUPPI, P. E.; KURZ, W. A.; PHILLIPS, O. L.; SHVIDENKO, A.; LEWIS, S. L.; CANADELL, J. G.; CIAIS, P.; JACKSON, R. B.; PACALA, S. W.; MCGUIRE, A. D.; PIAO, S.; RAUTIAINEN, A.; SITCH, S.; HAYES, D. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science* (333), 2011. p. 988-993.
- xvii FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica – período 2011-2012: Relatório Técnico. São Paulo, 2013.
- xviii FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade* 1 (4), 2005. p. 113-123.
- xix SMERALDI, R.; MAY, P. H. *O reino do ado*: uma nova fase na pecuarização da Amazônia. São Paulo: Amigos da Terra – Amazônia Brasileira, 2008.
- xx ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. Deforestation slowdown in the Legal Amazon: prices or policies. *Climate Policy Initiative Working Paper*, 2012.
- xxi MMA/SECEX/DPCD. Dinâmica do Desmatamento na Amazônia (apresentação). Brasília, 2012.

- xxii GEBARA, M. F.; THUAULT, A. GHG Mitigation in Brazil's Land Use Sector: An Introduction to the Current National Policy Landscape. Working Paper. *World Resources Institute*, Washington, DC, 2013. Disponível em: <http://wri.org/publication/ghg-mitigationbrazil-land-use-sector>.
- xxiii BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
- xxiv Crônica de uma malandragem anunciada. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-ppds/cronica-de-uma-malandragem-anunciada>.
- xxv *Idem* a xiii.

# Desafios do Antropoceno: Transição da Política Ambiental Internacional para a Governança Global dos Limiares Planetários

# 7

Eduardo Viola  
Matías Franchini

*O papel da ONU foi sempre menor que o almejado pelos seus fundadores (...), seus limites são os de uma instituição internacional baseada no princípio da soberania nacional estrita, em um mundo cada vez mais intensamente globalizado.*

(LEIS e VIOLA, 2007)

## 7.1 INTRODUÇÃO

Até o fim da década de 1960, os problemas ambientais eram basicamente concebidos como assuntos periféricos e de competência doméstica dos Estados, governados por uma noção estrita de soberania. A partir do início da década de 1970, no entanto, essa percepção foi mudando, alimentada pelo acúmulo de evidências científicas sobre o impacto da ação humana sobre o meio ambiente e pelo surgimento e agravamento de problemas, tais como a poluição do ar e da água, as ilhas de calor e a chuva ácida. Assim, aquela noção estrita de soberania foi marginalmente incorporando elementos mais universalistas (bem comum da humanidade – transcendência espacial) e de longo prazo (solidariedade intergeracional –

transcendência temporal). Como consequência, a problemática ambiental foi progressivamente fazendo parte corriqueira, embora não central, dos esforços cooperativos da comunidade internacional. O marco inicial desse “ingresso” do meio ambiente na agenda internacional foi a Cúpula de Estocolmo, realizada em junho de 1972.

Desde então, nesses pouco mais de 40 anos, a humanidade foi capaz de cooperar em três sentidos. Primeiramente, para consolidar organizações científicas que proveem conhecimento detalhado sobre os problemas do ambiente — como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), criado em 1972, e o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), em 1989. Em segundo lugar, para incentivar instâncias de diálogo e coordenação política — como as Convenções de Proteção da Camada de Ozônio, em 1985, de Mudança Climática, em 1992, de Proteção da Biodiversidade, em 1992, e de Desertificação, em 1994. E, finalmente, para instituir mecanismos normativos universais legalmente vinculantes — como o Protocolo de Montreal para o banimento de substâncias que depletam a camada de ozônio, de 1987, o Protocolo de Basileia sobre comércio internacional de resíduos perigosos, de 1989, e o Protocolo de Kyoto, para mitigar a mudança climática, em 1997.

Mais importante, a humanidade foi capaz de consolidar um consenso civilizatório sobre a necessidade de manter certo equilíbrio na relação com o meio ambiente para evitar consequências deletérias ou catastróficas para as gerações presentes e futuras. No entanto, esses esforços cooperativos não foram suficientes para garantir uma interação convergente com o equilíbrio do sistema terrestre. Pelo contrário, a aceleração da pressão antrópica sobre o planeta tem aberto a possibilidade de uma disrupção profunda do sistema, expressa no risco de ultrapassagem de uma série de limiares planetários.<sup>i</sup> Como consequência, abandonamos progressivamente o domínio estável do Holoceno — que demarcou o florescimento da civilização nos últimos 12 milênios — para entrar nas fronteiras do Antropoceno, em que a ação

humana se torna fundamental para criar um novo tipo de equilíbrio que evite a catástrofe, ou, em definitivo, para construir e assegurar um “espaço de operação segura para a humanidade”.

De um ponto de vista didático, podemos demarcar o início do Antropoceno na primeira década do século XXI, quando um novo patamar de crescimento econômico intensivo em carbono e recursos naturais se estabelece no mundo (com foco na China), combinado com a emergência de fenômenos climáticos extremos em uma frequência e intensidade desconhecidas previamente, bem como a consolidação de uma taxa de extinção da biodiversidade de origem antrópica comparável às grandes extinções prévias geradas por dinâmicas naturais.

Esse novo ponto de equilíbrio, que necessariamente deve ser artificialmente construído, exige níveis de cooperação nunca atingidos pela sociedade internacional. Equacionar a mudança climática, reduzir a taxa de perda de biodiversidade, ou mitigar o processo de acidificação dos oceanos demandam esforços concentrados de todos os agentes da governança global: públicos e privados, locais e globais. Mas, especialmente, requerem a cooperação entre os grandes atores do sistema internacional: as superpotências (Estados Unidos da América, União Europeia e China) e as grandes potências (Brasil, Coreia do Sul, Japão, Índia e Rússia). A natureza dos problemas ambientais, definidos como limites planetários, exige a construção de uma eficiente governança global.

O problema identificado neste capítulo é que, ao mesmo tempo em que as demandas por governança global aumentam de forma sensível, as capacidades cooperativas desenvolvidas pela sociedade internacional nas últimas quatro décadas aumentaram de forma muito limitada. A maioria dos atores do sistema internacional opera de forma conservadora, procurando apenas interesses egoístas soberanistas e de curto prazo, quando a lógica da governança do Antropoceno exige compromissos com o bem universal e com o longo prazo.

Esse *sistema internacional de hegemonia conservadora* está no centro da perigosa ultrapassagem das fronteiras planetárias e constitui o principal obstáculo para a definição do espaço de operação segura para a humanidade. Se as instituições internacionais que foram criadas nos últimos 40 anos para lidar com os problemas da sustentabilidade se mostraram insuficientes no Holoceno, tornam-se obsoletas no Antropoceno. É necessário, então, uma revisão profunda da governança ambiental, seus princípios, instituições, regras e mecanismos. Essa é a afirmação que se busca defender ao longo deste capítulo.

Para atingir o objetivo, o presente texto está dividido em três partes. Na primeira (Seção 7.2), discutem-se as fronteiras planetárias como nova abordagem da sustentabilidade, destacando-se a demanda por governança global. Na segunda (Seção 7.3), é realizada uma análise das instituições criadas em 40 anos de política ambiental global. Na terceira (Seção 7.4), constam os limites dessa estrutura institucional do Holoceno e uma reflexão sobre as premissas da governança no Antropoceno.

## **7.2 FRONTEIRAS PLANETÁRIAS: TRANSIÇÃO PARA O ANTROPOCENO**

O mundo está atravessando um processo de transformações significativas, caracterizado pela aceleração e aprofundamento das várias dimensões da globalização, um intenso crescimento populacional e um aumento sensível do consumo de energia e de bens e serviços em nível global.

Para alguns autores, o corolário desse processo de aumento do impacto da atividade humana sobre a evolução do planeta envolve o surgimento de uma nova era: o Antropoceno.<sup>ii</sup> A Terra teria se tornado um sistema socioecológico,<sup>iii</sup> onde a coevolução da ecoesfera e a antroposfera se tornam fundamentais para o destino da humanidade.

Em 2009, Rockström *et al.* (2009) publicaram um artigo que ilustra de forma clara como a pressão antrópica sobre o sistema terrestre atingiu uma escala em que uma abrupta mudança ambiental global não pode ser descartada. O texto rapidamente se tornou um trabalho seminal, com alto impacto e aceitação nas comunidades dos cientistas naturais, e que progressivamente penetrou as ciências sociais. A proposta central dos autores envolve uma nova abordagem da sustentabilidade global, em que são definidas fronteiras planetárias dentro das quais a humanidade pode operar de forma segura.

O argumento básico dessa nova literatura destaca como, durante os últimos 10.000 a 12.000 anos, a Terra se manteve no domínio estável do Holoceno, isto é, certos parâmetros biogeoquímicos e atmosféricos oscilando em um espaço relativamente pequeno. Essa estabilidade relativa do sistema climático fez possível o desenvolvimento da civilização após a última era glacial. No entanto, a partir de meados do século XIX — e particularmente nas últimas três décadas — nossas ações estão efetivamente colocando uma série de processos centrais do sistema terrestre fora dos parâmetros de oscilação estável, com consequências eventuais deletérias ou até catastróficas para o sistema terrestre.

Essa alteração marca a transição do Holoceno para o Antropoceno, que se destaca por três elementos.<sup>iv</sup> Primeiro, a humanidade como principal vetor de mudança sistêmica; segundo, um desvio perigoso dos valores estáveis do Holoceno; e terceiro, a noção de que a definição de um novo ponto de equilíbrio do sistema terrestre necessariamente deve ser obra da humanidade.

Para assegurar que a humanidade opere dentro de um espaço seguro, identificam-se nove fronteiras planetárias, ou “as pré-condições planetárias inegociáveis que a humanidade necessita respeitar para evitar o risco de mudanças ambientais catastróficas ou deletérias em nível global”.<sup>v</sup> Elas são: mudança climática; acidificação dos oceanos; redução da camada de

ozônio; alterações no ciclo biogeoquímico do nitrogênio e fósforo; uso da água doce; mudanças no uso da terra; perda de biodiversidade; poluição química; e concentração de aerossóis na atmosfera.

Segundo os autores,<sup>vi</sup> a ciência foi capaz de quantificar as primeiras sete fronteiras — com maior nível de certeza para a mudança climática e a camada de ozônio — ao tempo que três delas já têm sido ultrapassadas: mudança climática, perda de biodiversidade e ciclo do nitrogênio. O risco aqui deriva da interação entre as fronteiras, já que transgredir uma pode acelerar o ritmo de degradação das outras.

É verdade que reflexões destacadas relativas ao impacto humano sobre a vida na Terra podem ser rastreadas até começos da década de 1970, com a publicação dos “Limites do Crescimento”,<sup>vii</sup> mas o que torna significativa a abordagem das fronteiras planetárias é a precisão e os limites desse impacto, e o fato de que ele assimila todos os problemas ambientais como bens comuns globais. Dessa forma, até um problema local de poluição química se torna potencialmente deletério para todo sistema terrestre, pela acumulação desses processos em nível continental e pela interação com outras fronteiras.

Esse último ponto é particularmente relevante para as Relações Internacionais (RI) na medida em que essa mudança na concepção da agenda ambiental — essa transição de problemas circunscritos geograficamente para problemas globais — modifica a própria natureza da administração dessas questões. Assim, o caráter global da agenda exige respostas cooperativas e dilui a eficiência de quase qualquer tipo de esforço individual, inclusive por parte dos grandes atores do sistema internacional.

De fato, a única saída possível para gerar e sustentar um espaço de operação segura para a humanidade consiste em construir instâncias de governança global, na qual atores de diferentes tipos — públicos e privados, locais e globais — definem suas identidades e moldam seus interesses tendo como referência o bem comum da humanidade e não apenas considerações

egoístas de curto prazo. Chamamos as primeiras de forças reformistas, e as segundas de forças conservadoras. As forças reformistas se inclinam por medidas convergentes com a definição de um espaço seguro para a humanidade. Pelo contrário, as forças conservadoras resistem às mudanças necessárias para definir um novo ponto de equilíbrio no sistema terrestre.

O principal problema é que a maioria dos atores do sistema internacional opera diante de uma lógica não convergente com a construção desses bens universais na maioria das áreas relevantes das relações internacionais: finanças, comércio, segurança, direitos humanos, mudança climática etc. Como detalhado em outro trabalho,<sup>viii</sup> entre os grandes atores do sistema, apenas a União Europeia, o Japão e a Coreia do Sul operam como forças relativamente reformistas, ao tempo que a Índia e a Rússia são conservadoras e os Estados Unidos, a China e o Brasil se comportam como agentes conservadores moderados. Assim, vivemos sob um sistema internacional de hegemonia conservadora, uma vez que o sistema internacional não consegue dar resposta aos desafios da interdependência, que demandam cada vez mais governança global.

Como será detalhado na Seção 7.4, as exigências do Antropoceno apenas poderão ser equacionadas de forma eficaz, eficiente e equitativa quando a maioria dos grandes atores do sistema internacional fizer a transição para identidades pós-soberanistas. Esse movimento envolve abandonar, entre outras questões, o discurso e a prática comuns nos foros ambientais globais de dividir ao mundo em duas únicas categorias: países desenvolvidos e em desenvolvimento.

### **7.3 POLÍTICA AMBIENTAL INTERNACIONAL E REGIMES: GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE NO HOLOCENO**

A Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972, é recorrentemente considerada pela literatura como o evento que marca o ingresso das questões ambientais na agenda internacional. A partir daquele momento, a sociedade internacional foi construindo instrumentos institucionais para administrar essa “nova” área. Fazemos um repasso desse processo por dois caminhos: o aporte das grandes conferências na construção de um consenso civilizatório ambiental e a criação de regimes internacionais formais para a gestão de certos problemas do ambiente.

### **7.3.1 De Estocolmo a Rio de Janeiro: construção do consenso civilizatório sobre as questões ambientais**

A Conferência de Estocolmo, de 1972, realizada sob os auspícios da ONU, marcou o início da tentativa de equação dos problemas ambientais por parte da comunidade internacional. O encontro foi convocado em finais da década de 1960, como reflexo da crescente preocupação com algumas externalidades ambientais negativas da atividade econômica, principalmente nos países industrializados.

Estocolmo foi relevante pela articulação de uma declaração inédita sobre o desafio que a humanidade enfrenta em sua relação ao ambiente circundante e as gerações futuras. O Princípio 1<sup>o</sup> da Declaração da Conferência estabelece que:

O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas, em um meio ambiente de qualidade, tal que lhe permita levar uma vida digna, gozar de bem-estar e é portador solene de obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente, para as gerações presentes e futuras.<sup>ix</sup>

Também criou o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) como mecanismo para contribuir com esses objetivos.

Como preâmbulo do que aconteceria ao longo das seguintes quatro décadas, os países manifestaram diferentes posições em termos de compromisso ambiental. Em Estocolmo, os países desenvolvidos, liderados pelos EUA e pelos países do norte da Europa, operaram como potências reformistas, ao mesmo tempo que a quase totalidade do mundo em desenvolvimento assimilou o desafio ambiental como contraditório com as exigências da industrialização e o desenvolvimento e operou como agente conservador.

A seguinte cúpula de relevância foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, mais conhecida como Rio 92. Ela foi precedida pelo lançamento, em 1987, do Relatório Brundtland — oficialmente titulado “Nosso futuro comum”<sup>x</sup> — elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O texto introduziu o conceito de *desenvolvimento sustentável*, definido como aquele que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” e sugeriu uma série de ações orientadas a alcançá-lo. Entre elas, destacam-se a limitação do crescimento populacional e do consumo de energia, a proteção de ecossistemas, o consumo racional de água e alimentos e a utilização de tecnologias limpas nos processos de industrialização dos países não industrializados.

Em 1988, a Assembleia Geral das Nações Unidas convocou a realização de uma Conferência para avaliar os rumos da situação ambiental nas duas décadas seguintes a Estocolmo. A Rio 92 foi o ponto mais alto em termos de administração cooperativa dos ativos ambientais globais no Holoceno. A Conferência gerou cinco instrumentos normativos relevantes: as Convenções de Clima e Biodiversidade, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, os Princípios para a Administração

Sustentável das Florestas, e a Agenda 21. A Convenção sobre desertificação também teve impulso fundamental nesse encontro.

Vale ressaltar que parte do seu sucesso esteve relacionado com o aumento das tendências cooperativas no sistema internacional após a queda da União Soviética e a consequente desativação do conflito bipolar da Guerra Fria. No entanto, em termos de posicionamento dos países, outra vez a clivagem fundamental de divisão passou pelo grau de desenvolvimento econômico: de um lado, os EUA, o Canadá, a UE e o Japão propondo esforços em matéria ambiental, e de outro lado, os países de renda média e baixa enfatizando a prioridade das necessidades de desenvolvimento *vis-à-vis* às necessidades do ambiente. Finalmente, embora seja correto afirmar que a resposta política gerada pela Conferência de 1992 ficou aquém das necessidades levantadas pelas comunidades científicas, o avanço da agenda ambiental foi destacado.

A história foi diferente nas Conferências subsequentes. Tanto em Johannesburgo (2002) quanto no Rio de Janeiro (2012), a comunidade internacional foi incapaz de avançar com mecanismos legalmente vinculantes para administrar os problemas do ambiente global, mesmo quando as comunidades científicas davam evidência clara do agravamento da situação. Como resultado, a brecha entre a narrativa científica e as respostas políticas foi se acentuando.<sup>xi</sup>

Todavia, Johannesburgo inaugurou uma triste tradição entre as cúpulas ambientais: a comemoração de fracassos camuflados de sucessos. Nos meses prévios a esse tipo de encontro (a conclusão vale também para as Conferências anuais da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC), os negociadores profissionais, com o apoio de parte da imprensa, elevam as expectativas de sucesso, mostrando como possível um resultado significativo. Contudo, quando o fracasso chega, o argumento com forma de desculpa se repete: embora não tenha havido avanço nesse encontro específico, foram assentadas as bases para

progressos concretos na conferência seguinte. Essa lógica circular se repete *ad infinitum*, com o corolário de uma inércia total das instituições internacionais em relação ao agravamento da situação do ambiente global.

Como afirmado em outro momento:

Essa indústria das conferências é profundamente negativa, porque não apenas não contribui à solução dos problemas, mas cria a ficção de que sua ineficácia é apenas transitória e não estrutural, obstaculizando o surgimento de outras instâncias de governança potencialmente mais adequadas.<sup>xii</sup>

Em 2012, a última megaconferência ambiental, a Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável) honrou de forma ampliada essa tradição de cúpulas estéreis camufladas de sucesso. O Secretário Geral da ONU, Ban Ki-Moon, afirmou o seguinte em relação ao documento final do encontro, denominado *O Futuro que Queremos*:

Acredito que (o texto) foi um grande sucesso para a comunidade internacional. É um excelente documento que pode colocar todos na sustentabilidade viável.<sup>xiii</sup>

Não obstante, é possível fazer uma avaliação diferente — e negativa — em relação ao resultado da Cúpula. Em primeiro lugar, a Conferência de 2012 tinha uma agenda menos ambiciosa que sua referência de 1992, já que não havia nenhuma pretensão de negociação de instrumentos legalmente vinculantes. Em segundo lugar, a Rio+20 não conseguiu avançar nos tópicos de sua própria e limitada agenda. A discussão sobre uma definição concreta do conceito de economia verde, como evolução necessária em relação ao vago conceito de desenvolvimento sustentável, foi esterilizada pela resistência da maioria dos países emergentes, concentrados no G-77+China e em boa medida liderados pelo Brasil. O argumento desse grupo

é que a narrativa da economia verde encerra uma tentativa de os países desenvolvidos de limitar a competitividade das economias emergentes.

Outro dos tópicos relevantes da agenda — a criação de uma instituição internacional específica para o meio ambiente — também fracassou e sequer foi possível um *upgrade* do modesto PNUMA. É de se destacar novamente a presença da clivagem Norte-Sul no processo de negociações.

Porém, o maior fracasso da Rio+20 foi ter “dado as costas” ao processo de mudança ambiental sistêmica que a ciência qualifica de Antropoceno. A comunidade internacional foi negligente ao se negar a discutir a situação crítica das fronteiras planetárias, omitindo de forma perigosa as evidências apresentadas pela comunidade científica. Nem mesmo a mudança climática, a fronteira mais conhecida em termos de causas e efeitos potenciais, entrou na pauta das discussões. O tópico foi deliberadamente excluído por iniciativa do governo brasileiro, que percebia nele um risco de obstrução de qualquer consenso.

A maior parte da comunidade internacional aceitou a exclusão conveniente do principal problema que a humanidade enfrenta, com o objetivo de evitar o fracasso da Cúpula. A partir desse ponto de vista, a estratégia foi bem-sucedida, uma vez que houve um documento final de consenso, cujo conteúdo nada mais é do que uma reiteração do consenso difuso em matéria ambiental que a humanidade atingiu há 20 anos, quando as evidências de disrupção sistêmica eram marginais.

Como afirmado em outro trabalho:

A agenda da Rio+20 acabou diluindo seu foco na discussão sobre os contornos infinitos do desenvolvimento sustentável, sem qualquer avanço concreto digno de menção, de forma que sua própria herança foi a insensibilidade frente às novas evidências de disrupção global sistêmica e a incapacidade de ação frente aos velhos problemas.<sup>xiv</sup>

### 7.3.2 A resposta política: criando regimes internacionais ambientais

A maneira que a comunidade internacional encontrou para lidar de forma cooperativa com os problemas ambientais no último quarto do século XX foi por meio da assinatura de Tratados Internacionais, isto é, acordos concluídos entre Estados em forma escrita. Parte da literatura de Relações Internacionais analisou esse tipo de instrumentos sob a categoria de regimes internacionais.

Segundo a definição clássica,<sup>xv</sup> regime é “conjunto de princípios, normas, regras e procedimentos de tomada de decisão (implícitos ou explícitos) ao redor dos quais as expectativas dos atores convergem em determinada área temática”. É possível falar ainda de duas concepções gerais sobre os regimes ambientais internacionais (RAI): uma formal (sentido estrito) e outra substantiva (sentido amplo).<sup>xvi</sup> No sentido estrito, os regimes são um sistema de regras explicitadas em um tratado internacional pactuado entre governos, que regulam as ações dos diversos atores sobre o assunto. No sentido amplo, também se consideram os regimes ambientais como um vetor tecnológico e cultural que influi sobre os interesses e identidades dos atores em prol da proteção cooperativa de um bem coletivo global.<sup>xvii</sup>

Utilizando nesse ponto a segunda definição, estão listados a seguir os principais RAI segundo a fronteira planetária.

#### QUADRO 7.1 | Principais regimes ambientais internacionais (RAI)

Fronteira	Instrumento	Ano	Objetivo	Resultado
Mudança climática	Convenção-Quadro das Nações Unidas	1992	A estabilização das concentrações na atmosfera de gases de efeito estufa a	Fracasso: as emissões globais cresceram em ritmo suficiente para ultrapassar a fronteira.

	sobre Mudança do Clima (UNFCCC)		um nível que evite uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático (art. 2 <sup>o</sup> ).	
	Protocolo de Kyoto	1997	Países do Anexo 1 têm meta média de redução de emissões de 5,2 % para 2012, em relação a 1990.	A maioria dos países atingiu a meta.
	Protocolo de Kyoto 2	2012	Meta média de redução de 18 % em 2020, em relação a 1990.	Escopo limitado: responde por aproximadamente 12 % das emissões globais.
Ozônio	Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio	1985	Proteger a saúde humana e o ambiente das atividades humanas que modifiquem a	Sucesso: redução progressiva de emissões de CFC (clorofluorcarbonetos).

			camada de ozônio (art. 2 <sup>o</sup> ).	
	Protocolo de Montreal	1987	Controlar as emissões de substâncias que destroem a camada de ozônio.	Sucesso: redução progressiva de emissões de CFC (clorofluorcarbonetos).
Biodiversidade	Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies de Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES)	1973	Regulamentação do comércio das espécies em perigo para evitar exploração incompatível com sua sobrevivência (art. 2 <sup>o</sup> ).	Impacto heterogêneo em diversas regiões do mundo e aumento significativo da visibilidade do problema.
	Convenção da Diversidade Biológica	1992	Conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios	Fracasso: a fronteira da biodiversidade foi ultrapassada.

			derivados da utilização dos recursos genéticos.	
	Protocolo de Nagoya	2010	Regular o acesso a recursos genéticos e à distribuição dos benefícios advindos de sua utilização.	Entrou em vigor em outubro de 2014.
Mudanças no uso da terra	Convenção de Combate à Desertificação	1994	Combate à desertificação e à mitigação dos efeitos da seca nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África.	Efeitos ambivalentes: na grande escala, o processo de desertificação continuou, mas em algumas regiões houve uma mudança positiva.
Poluição Química	Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes	2001	Eliminar e restringir a produção e comércio dos poluentes	Em vigor desde 2004. Questão de extrema complexidade e heterogeneidade geográfica. Não existe ainda avaliação

		orgânicos persistentes (POP).	sistêmica de efetividade.
Convenção sobre Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos (Convenção de Basileia)	1989	Controlar o movimento de resíduos perigosos sob os princípios de consentimento prévio e explícito para a importação, exportação e o trânsito.	Sucesso: o comércio internacional de lixo tóxico diminuiu progressivamente e ficou mais regulado e transparente.
Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS)	1982	Estabelece o regime jurídico para os mares e oceanos, incluídas a proteção e sanções contra a poluição.	Fracassou: até o presente não houve progressos na redução da contaminação ambiental oceânica.

Em relação às outras fronteiras planetárias, a governança global da problemática da acidificação dos oceanos ainda está em estado muito incipiente. Houve uma discussão muito preliminar no âmbito da Rio+20, ocasião em que se anunciou a criação do Centro de Coordenação Internacional da Acidificação dos Oceanos, que funcionará nos laboratórios da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e no marco da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. A escassez de água

doce é uma fronteira planetária reconhecida pela comunidade internacional, porém o Fórum Mundial da Água está longe de satisfazer os requisitos mínimos de governança global.

As outras fronteiras planetárias — mudança do uso da terra com perdas dramáticas de solo, ciclo do nitrogênio e do fósforo, poluição química e carga de aerossóis na atmosfera — ainda não são consideradas como problemas relevantes da agenda internacional, razão pela qual sua governança está limitada a ações em níveis regionais, nacionais e locais.

## **7.4 GOVERNANÇA GLOBAL: EXIGÊNCIAS COOPERATIVAS DO ANTROPOCENO**

O desenvolvimento da política ambiental internacional do Holoceno teve como virtude ter trazido o tópico para o centro da agenda internacional, ter estimulado um consenso civilizatório em relação à proteção do meio ambiente e ter construído uma série de instrumentos institucionais para lidar com problemas específicos. No entanto, o balanço final é negativo em termos de construção de capacidades cooperativas e extremamente negativo se consideradas as exigências da estabilidade do sistema terrestre definidas pela ciência. Nesse segmento, identificamos os limites da política ambiental internacional do Holoceno e refletimos sobre as premissas da governança do Antropoceno.

### **7.4.1 Limites da política ambiental internacional**

O limite fundamental da política internacional do ambiente é assimilar a agenda ambiental como uma série de problemas específicos e não como um sistema complexo, em que tudo está conectado e deve ser gerido cooperativamente. Essa limitação geral se expressa de forma concreta em diversas características.

### *7.4.1.1 Marginalidade*

O meio ambiente é um tema novo na agenda das relações internacionais, presente apenas quatro décadas nos fóruns multilaterais. Todavia, essa presença é menos destacada que a de outros tópicos clássicos, como a segurança e a economia. Para a maioria das sociedades, as questões ambientais são, em boa parte, contraditórias com a trajetória do desenvolvimento, e suas exigências podem ser sacrificadas no altar do crescimento econômico ou das ameaças de segurança. Um caso claro dessa inclinação é o declínio da política internacional da mudança climática como resultado da crise econômica iniciada em 2008.<sup>xviii</sup>

Apenas algumas sociedades colocam a sustentabilidade como elemento central do desenvolvimento econômico e das demandas da segurança, como os países escandinavos e a Alemanha. Para os demais países — embora de forma diferenciada — a noção de progresso não envolve essencialmente a ideia de proteção do ambiente global para o presente e para o futuro. Como já destacado, essa hegemonia das forças conservadoras é uma das fontes da ausência de resultados concretos. O dado positivo é que as forças reformistas avançam na maioria dos países e na arena internacional. Contudo, esse progresso se dá de forma lenta, insuficiente para mitigar ou esterilizar os obstáculos impostos pelas forças conservadoras.

Esse quadro empírico se reproduz de forma bastante automática no âmbito acadêmico das RI: a maioria dos especialistas considera a questão ambiental como marginal, embora tenha havido, nas últimas décadas, um crescimento qualitativo em termos de pesquisa e quantitativo em termos de números de especialistas no subcampo. Ao mesmo tempo, grandes referências do nosso campo de estudo assimilam progressivamente o vetor sustentabilidade como eixo central de análise do sistema internacional.

### *7.4.1.2 Estadocentrismo*

A política internacional do meio ambiente é basicamente um conjunto de arranjos entre Estados-Nação. Isso não significa que atores não governamentais não tenham impacto sobre essa esfera; pelo contrário, o meio ambiente talvez seja a área das RI em que existe maior nível de agência entre esses atores: a comunidade científica tem sido sempre fundamental para diagnosticar os problemas e propor soluções, ao mesmo tempo que ONGs ambientalistas têm tido peso relevante no estabelecimento de agendas e na criação de consciência ambiental da esfera local à esfera global.<sup>xix</sup>

Porém, a negociação, a assinatura e a implementação dos instrumentos de governança ambiental cabem quase que exclusivamente aos Estados e são eles os que estabelecem os marcos normativos, políticos e burocráticos das ações da sustentabilidade. Um exemplo dessa concepção se encontra no princípio 2º da declaração do Rio de 1992:

Os Estados, de conformidade com a Carta das Nações Unidas e com os princípios de Direito Internacional, têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas de meio ambiente e desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional.<sup>xx</sup>

Como mais na frente será detalhado, a forma estadocêntrica da gestão dos bens comuns ambientais gera sérios obstáculos para seu sucesso, sobretudo pelo caráter intrinsecamente egoísta do projeto westfaliano, baseado em identidades estatais individuais, na satisfação do interesse próprio dos Estados e na propensão em ver as relações internacionais como um jogo conflituoso antes do que cooperativo.<sup>xxi</sup> Essa lógica tem sido mitigada nas últimas duas décadas, com a proliferação de exemplos de governança ambiental bem-sucedida por parte de entidades subnacionais,

como no caso do estado da Califórnia, em relação ao problema da mudança climática, ou de empresas como Walmart ou Microsoft, em relação à exigência de altos padrões ambientais para seus fornecedores. Não obstante, novamente, o ritmo de crescimento desse tipo de experiências é insuficiente para garantir um novo ponto de equilíbrio do sistema terrestre.

#### *7.4.1.3 Regimes limitados a áreas específicas (issue areas)*

Como visto no segmento anterior, o *modus operandi* recorrente em relação aos regimes ambientais internacionais (RAI) é a negociação e a assinatura de uma convenção que dá o marco normativo geral e depois é complementada com protocolos, que estabelecem as medidas concretas a serem implementadas pelos estados-membros. Tipicamente, esses instrumentos se focam em um tópico específico — biodiversidade, mudança climática, desertificação, poluentes orgânicos persistentes (POP) — com escassa referência a outras áreas das relações internacionais.

Essa observação é recorrente na literatura das relações internacionais. Para determinados autores,<sup>xxii</sup> o liberal institucionalismo concebe os regimes como duplamente isolados, tanto entre si quanto em relação a desenvolvimentos mais amplos da política e da economia internacional. Em relação ao primeiro ponto, a concentração em áreas específicas e separadas (*issue areas*) cria fronteiras artificiais entre atores, ideias e soluções. Em relação ao segundo ponto, a omissão dos vínculos entre a problemática global do ambiente e a lógica do capitalismo global — que é seu marco — constitui uma limitação séria à capacidade explicativa da teoria.

Não é difícil ver a limitação desse tipo de abordagem para lidar com os problemas do Antropoceno: a interação entre as fronteiras planetárias torna fundamental não apenas o *upgrade* e a integração dos diferentes regimes ambientais internacionais, mas sua assimilação como vetor civilizatório. Em outras palavras, como parte essencial do rumo do desenvolvimento das sociedades.

## 7.4.2 Premissas para a governança do Antropoceno

Como sugerem as páginas anteriores, a premissa fundamental deste capítulo é que a governança do Antropoceno será o principal desafio das sociedades e das ciências sociais (particularmente das Relações Internacionais, da Ciência Política, da Economia, e do Direito) na primeira metade do século XXI. Nesse sentido, o problema central da governança global hoje é que as instituições — internacionais e domésticas — criadas ao longo das últimas décadas não refletem o profundo nível de interdependência entre as sociedades. Transcender esse limite envolve mudanças profundas de comportamento, tanto individual quanto coletivo. Nesse segmento, analisamos essas mudanças necessárias a partir da ótica das Relações Internacionais.

A primeira das mudanças requer um movimento epistemológico/ontológico e envolve assimilar a problemática das fronteiras planetárias, não apenas como um problema ambiental, mas civilizatório. Isto é, abarcando as esferas da economia, da política e da sociedade. Prosperidade, segurança, crescimento, equidade, justiça, liberdade — todos esses conceitos devem ser reformulados conceitual e empiricamente para incluir como referência última o espaço de operação segura para a humanidade. Exemplos concretos desses desenvolvimentos têm sido mencionados ao longo deste capítulo: uma definição operativa de economia verde de baixo carbono ou a adoção da narrativa das fronteiras planetárias por parte das maiores organizações internacionais, como a Organização Mundial do Comércio (OMC), o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial. Outros exemplos desse tipo de transformação fundamental é o abandono progressivo da obsolescência planejada no ciclo de negócios,<sup>xxiii</sup> a evolução para sistemas políticos em que o debate sobre o espaço seguro para a humanidade seja um tópico de agenda tão importante como o crescimento econômico ou a vigência de liberdades.

Em termos do sistema internacional, a mais estrutural das demandas é o abandono progressivo do soberanismo como padrão arquetípico de comportamento dos Estados no cenário internacional. Em outro trabalho, o conceito é definido da seguinte forma:

As categorias soberanismo/pós-soberanismo operam como extremos de um espectro e não como dicotomia. As forças soberanistas são aquelas que consideram que seu estado nacional não deve ceder parcialmente poderes para estruturas supranacionais e não admitem interferência externa em assuntos internos dos países, particularmente em referência a eles mesmos. As forças pós-soberanistas já aceitaram ou estão dispostas a aceitar cessão de potestades para estruturas supranacionais e consideram que os assuntos internos de todos os países são passíveis de interferência.<sup>xxiv</sup>

Na medida em que as fronteiras planetárias se definem como *bens comuns*, apenas cooperando é possível evitar comportamentos que derivam em resultados subótimos, como o efeito carona e a tragédia dos comuns. No primeiro caso, o ator evita pagar os custos da provisão do bem comum — digamos, a estabilidade da atmosfera — esperando que os outros atores paguem esse custo, derivando, no extremo, em uma inércia generalizada. No segundo caso, um recurso finito de acesso irrestrito — digamos, de novo, a atmosfera — termina sendo degradado ou eliminado pela sobre-exploração.

No momento, entre os grandes atores da governança global, o único claramente disposto a ceder poderes para instâncias supranacionais é a UE, seguida pelo Japão e Coreia do Sul com posições mais ambíguas. Os demais países do G-20 são soberanistas em graus variáveis, incluindo soberanismo extremo nos EUA, China, Índia, Rússia, Arábia Saudita e Argentina. Existem, no entanto, forças pós-soberanistas desenvolvidas na

maioria das potências soberanistas: EUA, Canadá, Turquia, Indonésia, África do Sul, Brasil, México, Austrália e Argentina.

A lógica soberanista-westfaliana do atual sistema internacional tem outro desdobramento inconsistente com a governança do Antropoceno: a separação do mundo em duas categorias dicotômicas, países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Essa simplificação conceitual — comum no campo de estudos das RI e norma nos estudos sobre meio ambiente — torna-se cada vez mais um obstáculo epistemológico, uma barreira cognitiva para abordar o estudo da dinâmica internacional em suas várias áreas de governança. Existem diferenças muito claras em termos de compromisso com a governança das fronteiras planetárias entre, por exemplo, os EUA, o Canadá, o Japão e a Europa, todos países desenvolvidos. Ao mesmo tempo, existem enormes diferenças em termos de poder e compromisso ambiental de países frequentemente qualificados como em desenvolvimento, como Brasil, Bangladesh, Índia e China.

Assim, resulta inconsistente defender que uma categoria dicotômica seja capaz de captar de forma adequada a extrema e crescente complexidade do sistema internacional e a sofisticação de seus agentes, que combinam de forma heterogênea recursos políticos, econômicos, militares e ambientais.

Não obstante, ainda mais nocivo que o obstáculo epistemológico, é o obstáculo político que essa categorização impõe. Na concepção tradicional da política ambiental internacional, apenas os países desenvolvidos teriam obrigações significativas em termos de proteção de ativos ambientais. Dessa forma, algumas das grandes potências emergentes, como a China, a Índia e o Brasil, que têm impactos profundos sobre as fronteiras planetárias, dilatam assumir compromissos internacionais obrigatórios de proteção ao meio ambiente utilizando o mesmo argumento do subdesenvolvimento de países pobres ou falidos como a Bolívia ou o Haiti. O cenário é ainda mais esquizofrênico se considerarmos que alguns desses mesmos países têm aprovado normativas internas convergentes com a definição de um espaço

seguro para a humanidade. São os casos das leis aprovadas no Brasil, em 2009 (Lei nº 12.187, que estabelece um compromisso voluntário de redução de trajetória de emissões de Gases de Efeito Estufa), e na China, em 2013.

Tendo como premissa fundamental um abandono progressivo das tendências soberanistas no sistema internacional, é possível pensar em outras exigências da governança do Antropoceno. Primeiramente, a necessidade de se definir um conceito operativo que guie a definição e a implementação de políticas consistentes com o equilíbrio do sistema terrestre. Considera-se neste capítulo que o conceito tradicional de desenvolvimento sustentável — popularizado na década de 1980 — é vago e difuso, pelo seu intuito ambicioso e politicamente correto de equilibrar questões de crescimento, equidade e sustentabilidade no curto e longo prazo.

Propõe-se, então, a categoria de economia verde de baixo carbono (EVBC),<sup>xxv</sup> cuja fórmula tem como base a métrica conhecida da intensidade de carbono e se completa com referências a outras fronteiras: racionalidade no uso de recursos naturais, redução do consumo de água, proteção da biodiversidade, redução do uso de fertilizantes, maximização de energia renováveis e eficiência energética, estímulo ao transporte coletivo e intermodalidade e estrutura tributária com crescente ênfase na tributação ao carbono, poluição e desperdício de água, em substituição aos clássicos impostos ao capital e trabalho.

Em segundo lugar, a criação de uma organização internacional ambiental com *status* superior a uma agência especializada da ONU e com poderes similares aos da Organização Mundial de Comércio, capaz de definir estratégias normativas globais para a estabilidade do ambiente na Terra; com atribuições para monitorar a situação ambiental em cada um dos países, criticando publicamente aqueles que violem as normas; e com poder de polícia para implementar tratados e protocolos.

Como passo necessário anterior a esse, é imprescindível abandonar a tradição nociva da indústria das conferências internacionais ambientais cujo único resultado é o consenso baseado no mínimo denominador comum, que acaba tendo impacto nulo em termos de governança eficiente. Como afirmado em outro trabalho:

Uma cúpula séria, que assentasse as bases para construções futuras, teria começado com uma abertura sincera das posições dos diversos atores, sem cair na tentação de procurar consensos mínimos que nada aportam à governança da área. O problema é que até os agentes reformistas, como a UE, aceitam a tradição da harmonia estéril dos documentos multilaterais.<sup>xxvi</sup>

Terceiro, a internalização das fronteiras planetárias nos princípios e comportamento das principais organizações internacionais: OMC, FMI, Banco Mundial e o Conselho de Segurança (CS) da ONU. Quarto, a reforma gradual da Assembleia Geral da ONU (AGNU) com vistas a se transformar em um parlamento mundial representativo da população global, abandonando a atual representação de Estados Nacionais. Quinto, a criação de um Conselho de Desenvolvimento Sustentável (com poderes diferenciados equivalentes ao Conselho de Segurança) no âmbito da AGNU, com poderes para atuar na área ambiental. Este Conselho teria com a AGNU uma relação similar à que ela tem com o CS e seria formado por um grupo de membros permanentes sem poder de veto (aproximadamente os países do G-20) e um grupo de membros rotativos.<sup>xxvii</sup>

Finalmente, cabe destacar que a transição para uma matriz de comportamento individual e coletivo consistente com as necessidades do Antropoceno é profundamente problemática. Essa dificuldade repousa, na visão dos autores deste capítulo, em dois fatores característicos das sociedades contemporâneas. A primeira delas, já mencionada, localiza-se no nível da estrutura internacional e diz respeito à hegemonia de forças

conservadoras no sistema. O sistema internacional encontra-se dominado por agentes relutantes a ceder parcelas de poder para construir bens comuns universais — isto é, pouco comprometidos com a governança global.

Como resultado, o arcabouço tradicional de instituições universais ancorado na ONU redonda em esforços estéreis ao mesmo tempo que a tentativa com mecanismos mais restritos em termos de participação — G20 ou MEF<sup>1</sup> — ainda não se mostram eficientes.

A segunda das características que limitam o desenvolvimento de uma “moral do Antropoceno” se encontra no nível do agente e pode ser definida como imediatismo. Os seres humanos estão acostumados a reagir ou frente a ameaças imediatas ou frente a extremos de imoralidade. O problema é que a desestabilização do sistema terrestre se dá de forma cumulativa — gerando acomodação por parte das sociedades — e seus efeitos mais catastróficos apenas se sentirão no longo prazo.

De forma genérica, os indivíduos têm dificuldades para atribuir o mesmo nível de realidade ao futuro do que ao presente,<sup>xxviii</sup> razão pela qual estarão dispostos a trocar benefícios limitados imediatos por benefícios substantivos no futuro. Essa característica comportamental se traslada de forma quase automática para as principais estruturas sociais. O mercado, como forma de organização econômica fundamental, e a democracia, como forma hegemônica de organização sociopolítica, operam sobre a base dos impulsos egoístas e de curto prazo dos agentes econômicos e dos eleitores, respectivamente. Os regimes autoritários têm ainda maiores dificuldades para lidar com problemas de ação coletiva global, embora por outras razões: falta de transparência, restrições ao fluxo de informação, foco excessivo em questões de segurança e crescimento econômico e a existência, em geral, de uma elite relativamente pequena que interfere na provisão de bens públicos em benefício próprio.<sup>xxix</sup>

## 7.5 CONCLUSÕES

Neste capítulo, tentou-se destacar a inconsistência entre as estruturas de governança ambiental criadas nas últimas décadas e a evolução dos problemas da sustentabilidade. Enquanto a Terra está em risco de disrupção sistêmica pela ultrapassagem das fronteiras da mudança climática, da perda de biodiversidade e do ciclo do nitrogênio, o esforço cooperativo feito pela humanidade desde inícios da década de 1970 — as Conferências recorrentes, as Convenções e Protocolos, os documentos expressivos de consensos mínimos — tem sido insuficiente para garantir a estabilidade do sistema.

Portanto, é necessário modificar radicalmente a estrutura institucional da cooperação internacional, porque insuficiente no Holoceno, ela se torna obsoleta no Antropoceno. Essa transformação envolve a transição da política ambiental para a governança global.

O passo fundamental desse caminho é a superação do sistema internacional de hegemonia conservadora, isto é, o abandono das tendências soberanistas de parte das grandes potências do sistema. Esse desenvolvimento requer pensar a questão ambiental como parte do processo civilizatório, e não como uma categoria marginal sacrificável em prol de interesses econômicos ou de segurança. No Antropoceno, não existe governança ambiental, apenas governança.

Como expressão da transição pós-soberana, será possível atender as demandas da governança do Antropoceno: a superação da dicotomia países desenvolvidos *versus* países em desenvolvimento; a definição concreta da economia verde de baixo carbono como categoria que supera a do desenvolvimento sustentável como guia de ação; a criação de uma organização ambiental global eficiente com prévia desativação da indústria das conferências; a internalização das fronteiras planetárias nas principais organizações internacionais; a transformação da Assembleia Geral da ONU

em representante da população mundial e não dos Estados; e a criação de um conselho de Desenvolvimento Sustentável no âmbito da ONU.

Essa transição para o pós-soberanismo enfrenta dois obstáculos principais: o caráter conservador do sistema internacional e os elementos profundos da psicologia social. No primeiro caso, a dificuldade radica em que apenas poucas sociedades no mundo estão dispostas a embarcar na empreitada de cessão de soberania para garantir bens universais de longo prazo. No segundo caso, a dificuldade radica no caráter das respostas humanas aos problemas, que tendem a ser significativas apenas diante de ameaças imediatas em tempo e espaço. Como vimos, o Antropoceno demanda respostas de curto prazo para lidar com problemas acumulativos, universais e de longo prazo.

Como elemento positivo, observa-se um crescimento das forças reformistas na maioria das sociedades e no âmbito global. No entanto, esse desenvolvimento não tem a velocidade nem a profundidade suficiente para forçar uma mudança de hegemonia. Como corolário da supremacia das forças conservadoras, espera-se um agravamento das condições de habitabilidade da Terra, com consequentes impactos em termos de sofrimento humano — aceleração de fenômenos climáticos extremos, crises de preços e disponibilidade de alimentos, deslocamento forçado de pessoas — antes que respostas adequadas comecem a ser equacionadas. Em outras palavras, provavelmente apenas por meio do sofrimento contínuo e progressivo, a humanidade tenderá a abandonar os impulsos egoístas e de curto prazo que dão forma a suas instituições e começará a cooperar para dar solução efetiva aos problemas ambientais globais.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Antropoceno:** a aceleração da pressão antrópica sobre o planeta tem aberto a possibilidade de uma disrupção profunda do sistema, expressada no risco de ultrapassagem de uma série de fronteiras

planetárias (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). Como consequência, abandonamos progressivamente o domínio estável do Holoceno — que demarcou o florescimento da civilização nos últimos 12 milênios — para entrar nas fronteiras do Antropoceno, onde a ação humana se torna fundamental para criar um novo tipo de equilíbrio que evite a catástrofe, ou, em definitivo, para construir e assegurar um “espaço de operação segura para a humanidade”.

De um ponto de vista didático, é possível demarcar o início do Antropoceno na primeira década do século XXI, quando um novo patamar de crescimento econômico intensivo em carbono e recursos naturais se estabelece no mundo (com foco na China), combinado com a emergência de fenômenos climáticos extremos em uma frequência e intensidade desconhecida previamente e a consolidação de uma taxa de extinção da biodiversidade de origem antrópica comparável as grandes extinções prévias geradas por dinâmicas naturais.

- **Desenvolvimento sustentável:** aquele que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”, de acordo com o *Our Common Future*, da *World Commission On Environment and Development* (1987).
- **Economia verde de baixo carbono:** a fórmula tem como base a métrica conhecida da intensidade de carbono e se completa com referências a outras fronteiras planetárias. Em termos mais específicos, a economia verde de baixo carbono envolve: redução de intensidade de carbono do PIB e das emissões de GEE *per capita*; uso eficiente das matérias-primas, alto nível de reciclagem no ciclo produtivo com progressivo abandono da obsolescência planejada; uso eficiente da água (redução da intensidade de água por unidade de PIB e uso racional múltiplo dos recursos hídricos); proteção da biodiversidade, utilização racional desses recursos na atividade econômica; diminuição do uso de

fertilizantes na agricultura; maximização das energias renováveis na matriz energética; *smart grid* de energia que permita interligar eficientemente as diferentes formas de energia; estímulo ao transporte coletivo e intermodalidade, privilegiando o abandono progressivo do transporte rodoviário; igualdade republicana de oportunidades com promoção da redução do índice de Gini; e estrutura tributária com crescente ênfase na tributação ao carbono, poluição e desperdício de água, em substituição aos clássicos impostos ao capital e trabalho.

- **Governança global:** a *Comission of Global Governance*<sup>xxx</sup> define o conceito como: “É a suma das diversas formas pelas quais os indivíduos e as instituições, públicas e privadas, administram seus problemas comuns. É o processo contínuo através do qual o conflito ou interesses diversos podem ser acomodados e ação cooperativa pode ser atingida.”

O elemento central que unifica as diversas definições de governança global é o abandono do foco exclusivo em atores estatais e a consideração do papel dos atores não estatais.

A amplitude do conceito de *global governance* permite considerar uma enorme variedade de atores — estatais e não estatais — localizados em vários estratos — nacionais, subnacionais, internacionais, transnacionais — que interagem em diferentes âmbitos, e que são portadores de uma ampla série de interesses e motivações, não apenas baseada no conceito utilitário do interesse.

- **Potências reformistas e potências conservadoras:** as forças reformistas são aquelas que definem suas identidades e moldam seus interesses tendo como referência o bem comum da humanidade e não apenas considerações egoístas de curto prazo, de modo que se inclinam por medidas convergentes com a definição de um espaço seguro para a humanidade. Pelo contrário, as forças conservadoras resistem às mudanças necessárias para definir um novo ponto de equilíbrio no sistema terrestre.

- **Regime internacional:** segundo a definição clássica de Stephen Krasner (1995:2), regime é: “conjunto de princípios, normas, regras e procedimentos de tomada de decisão (implícitos ou explícitos) ao redor dos quais as expectativas dos atores convergem em determinada área temática.” Podemos falar ainda de duas concepções gerais sobre os regimes ambientais internacionais: uma formal (sentido estrito) e outra substantiva (sentido amplo). No sentido estrito, os regimes são um sistema de regras explicitadas em um tratado internacional pactuado entre governos, que regulam as ações dos diversos atores sobre o assunto. No sentido amplo, também se considera os regimes ambientais como um vetor tecnológico e cultural em desenvolvimento favorável à proteção de um bem coletivo global.
- **Sistema internacional de hegemonia conservadora:** esse sistema leva esse qualificativo porque está dominado por forças que são contrárias a transcender interesses egoístas imediatos para construir bens universais de longo prazo. Como consequência, o sistema é incapaz de dar resposta aos problemas derivados da profunda interdependência das sociedades contemporâneas, que demandam como nunca arranjos cooperativos para serem solucionados.
- **Soberanismo/pós-soberanismo:** as categorias soberanismo/pós-soberanismo operam como extremos de um espectro e não como dicotomia. As forças soberanistas são aquelas que consideram que seu estado nacional não deve ceder parcialmente poderes para estruturas supranacionais e não admitem interferência externa em assuntos internos dos países, particularmente em referência a eles mesmos. As forças pós-soberanistas já aceitaram ou estão dispostas a aceitar cessão de poder para estruturas supranacionais e consideram que os assuntos internos de todos os países são passíveis de interferência. Em geral, a democracia opera como condição necessária para o pós-soberanismo ao mesmo tempo que os grandes países (em termos de população,

economia e território) tendem a ser soberanistas. De igual forma, a percepção de ameaças estratégico-militares tende a obstaculizar o desenvolvimento de lógicas pós-soberanistas.

## QUESTÕES

- 7.1 Quais são os principais desafios da transição para o Antropoceno sob uma ótica de Relações Internacionais?
- 7.2 Quais são os limites da política ambiental internacional contemporânea?
- 7.3 Por que é inconsistente classificar os países do mundo em países desenvolvidos e países em desenvolvimento, no século XXI?
- 7.4 Quais são os obstáculos fundamentais da transição para uma sociedade internacional baseada na sustentabilidade?
- 7.5 Quais são as premissas da governança do Antropoceno?

## LEITURA COMPLEMENTAR

BIERMANN, F. M.; BETSILL, J.; GUPTA, N.; KANIE, L.; LEBEL, D.; LIVERMAN, H.; SCHROEDER, B.; SIEBENHÜNER, R. ZONDERVAN. *Earth System Governance: People, Places and the Planet*. Science and Implementation Plan of the Earth System Governance Project. Earth System Governance Report, The Earth System Governance Project, 2009. Disponível em: <http://www.earthsystemgovernance.org/>.

DA VEIGA, J. E. Rio+20: um passo adiante dois para atrás. *Política Externa*, v. 21, n. 2, set.-out.-nov. 2012.

ROCKSTROM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN III, F. S.; LAMBIN, E.; LENTON, T. M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, H.; NYKVIST, B.; DE WIT, C. A.; HUGHES,

T.; VAN DER LEEUW, S.; RODHE, H.; SORLIN, S.; SNYDER, P. K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R. W.; FABRY, V. J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32, 2009. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M.; RIBEIRO, T. *Sistema Internacional de Hegemonia Conservadora: governança global e democracia na era da crise climática*. Annablume, São Paulo, 2013.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na transição para a economia verde de baixo carbono. In: YOUNG, C. E.; VIOLA, E.; FRANCHINI, M.; FERRONI, G. *O Brasil e a agenda da sustentabilidade*. Rio de Janeiro: CEBRI, 2012a.

VIOLA, E.; LEIS, H. R. *Sistema internacional com hegemonia das democracias de mercado: desafios de Brasil e Argentina*. Florianópolis: Insular, 2007. 232 p.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i ROCKSTROM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN, F. S., III; LAMBIN, E.; LENTON, T. M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, H.; NYKVIST, B.; DE WIT, C. A.; HUGHES, T.; VAN DER LEEUW, S.; RODHE, H.; SORLIN, S.; SNYDER, P. K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R. W.; FABRY, V. J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32, 2009. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>. Acesso em: 12 fev. 2014.

- ii KRUTZEN, P. *Can We Survive the “Anthropocene” Period?* Project Syndicate. 2009. Disponível em: <http://www.project-syndicate.org/commentary/can-we-survive-the--anthropocene--period->. Acesso em: 12 maio 2011.
- iii BIERMANN, F. M.; BETSILL, J.; GUPTA, N.; KANIE, L.; LEBEL, D.; LIVERMAN, H.; SCHROEDER, B.; SIEBENHÜNER, R. ZONDERVAN. *Earth System Governance: People, Places and the Planet*. Science and Implementation Plan of the Earth System Governance Project. Earth System Governance Report, The Earth System Governance Project, 2009. Disponível em: <http://www.earthsystemgovernance.org/>. Acesso em: 28 out. 2015.
- iv VIOLA, E.; FRANCHINI, M.; RIBEIRO, T. *Sistema Internacional de Hegemonia Conservadora: governança global e democracia na era da crise climática*. Annablume, São Paulo, 2013.
- v Idem a i.
- vi Idem a i.
- vii MEADOWS, D.; MEADOWS, D.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. *The Limits of growth*. Universe Books, New York, 1972.
- viii Idem a iv.
- ix CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE. *Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano*. 1972. Disponível em: <http://www.silex.com.br/leis/normas/estocolmo.htm>. Acesso em: 16 dez. 2013.
- x WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future, From One Earth to One World*, 1987. Disponível em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2013.
- xi VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Narrativas paralelas: a ciência e a política na Rio+20 e em Doha. *Texto Cindes* n. 36, 2013. Disponível em: [http://www.cindesbrasil.org/site2010/index.php?option=com\\_jdownloads&Itemid=14&task=view.download&catid=7&cid=714](http://www.cindesbrasil.org/site2010/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=14&task=view.download&catid=7&cid=714). Acessado em: 22 jan. 2014.

- xii VIOLA, E.; FRANCHINI, M. *Os limiares planetários, a Rio+20 e o papel do Brasil*. Cadernos EBAPE, Fundação Getúlio Vargas, v. 10, n. 3, artigo 1, 2012.
- xiii JORNAL O GLOBO. Ban Ki-moon: *Documento é um grande sucesso*. 21 jun. 2012. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio20/ban-ki-moon-documento-um-grande-sucesso-5275987#ixzz2LezSxOp4>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- xiv Idem a xii.
- xv KRASNER, S. Structural causes and regime consequences: regimes as intervening variables. *International Organization*, v. 36, n. 2, 1982. p. 1-21.
- xvi Ibid, 1982, p. 1-21.; PORTER, G.; BROWN, J. W.; CHASEK, P. *Global Environmental Politics*. Colorado, USA: Westview Press, 2000.
- xvii GEHRING, T. *Dynamic international regimes: Institutions for International environmental governance*. Frankfurt am Main, Peter Lang, 1994; NORDHAUS, W. *Managing the global commons: the economics of climate change*. Cambridge, MIT Press, 1994; YOUNG, O. Rights, rules and resources in world affairs. In: YOUNG, O. (Ed.). *Global Governance. Drawing insights from the environmental experience*. Boston: MIT, 2000.
- xviii Idem a iv.
- xix HURRELL, A. Power, institutions and the production of inequality. In: BARNETT, M.; DUVALL, R. (eds.). *Power in global governance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005; PORTER, G.; BROWN, J. W.; CHASEK, P. *Global Environmental Politics*. Colorado, USA: Westview Press, 2000.
- xx CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Disponível em: [www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf](http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf). Acesso em: 7 jan. 2014.

- xxi PATERSON, M. *Global warming and global politics*. London e New York: Routledge, 1996; ROSENAU, J.; CZEMPIEL, E. O. *Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial*. Brasília: EdUnb, 2000; KEOHANE, R. O.; NYE, J. S. *Power and interdependence*. 3. ed. New York: Longman, 2001 [1977]; HELD, D.; MCGREW, A.; GOLDBLATT, D.; PERRATON, J. *Global Transformations: Politics, economics and culture*. Stanford: Stanford University Press, 1999; OKEREKE, C.; BULKELEY, H. *Conceptualizing climate change governance beyond the international regime*. Tindall Centre Working Paper, 2007. Disponível em: <http://www.2007amsterdamconference.org/>. Acessado em: 11 nov. 2011; WALKER, R. B. J. *Inside/Outside: International Relations as Political Theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- xxii OKEREKE, C.; BULKELEY, H. *Conceptualizing climate change governance beyond the international regime*. Tindall Centre Working Paper, 2007. Disponível em: <http://www.2007amsterdamconference.org/>. Acesso em: 11 nov. 2011; PATERSON, M. *Global warming and global politics*. London e New York: Routledge, 1996.
- xxiii PACKARD, Vance. *La obsolescencia planeada*. Buenos Aires: Editora Paidós, 1964.
- xxiv Idem a xii.
- xxv VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na transição para a economia verde de baixo carbono. 2012a. In: YOUNG, C. E.; VIOLA, E.; FRANCHINI, M.; FERRONI, G. *O Brasil e a agenda da sustentabilidade*, CEBRI, Rio de Janeiro, 2012.
- xxvi Idem a xii.
- xxvii BIERMANN, F.; ABBOTT, K.; ANDRESEN, S.; BÄCKSTRAND, K.; BERNSTEIN, S.; BETSILL, M. M.; BULKELEY, H.; CASHORE, B.; CLAPP, J.; FOLKE, C.; GUPTA, A.; GUPTA, J.; HAAS, P. M.; JORDAN, A.; KANIE, N.; KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T.; LEBEL, L.; LIVERMAN, D.; MEADOWCROFT, J.; MITCHELL, R. B.; NEWELL, P.; OBERTHÜR, S.; OLSSON, L.; PATTBERG, P.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, R.; SCHROEDER, H.;

UNDERDAL, A.; CAMARGO VIEIRA, S.; VOGEL, C.; YOUNG, O. R.; BROCK, A.; ZONDERVAN, R. Navigating the Anthropocene: Improving Earth System Governance. *Science*, v. 335, mar. 2012.

xxviii GIDDENS, A. *The politics of climate change*. Cambridge e Maldem: Polity Press.

xxix HELD, D.; HERVEY, A. F. Democracia, cambio climático y gobernanza global: La práctica democrática y el abanico de opciones políticas. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, n. 108, 2009, p. 109-130. Disponível em: <http://www.fuhem.es/>. Acesso em: 28 out. 2013.

xxx COMISSION ON GLOBAL GOVERNANCE. *Our global neighbourhood*. Oxford, Oxford University Press, 1995. Disponível em: <http://www.libertymatters.org/globalgovernance.htm>. Acessado em: 7 mar. 2010.

---

<sup>1</sup> Em inglês, Major Economies Forum.

# 8

## Economia, Indústria e Geopolítica Energética

Clarice Ferraz  
Felipe Botelho

*“Será que os preços iriam começar a subir novamente, a enfraquecer ou a despencar? (...) A resposta, é claro, viria a causar um impacto profundo sobre as companhias de petróleo. Mas, além disso, ela iria determinar o futuro vigor da “força do petróleo” na política mundial e iria afetar enormemente as perspectivas econômicas globais e o deslocamento do equilíbrio do poder político e econômico no mundo.”*

(Yergin, 2008, p. 726)

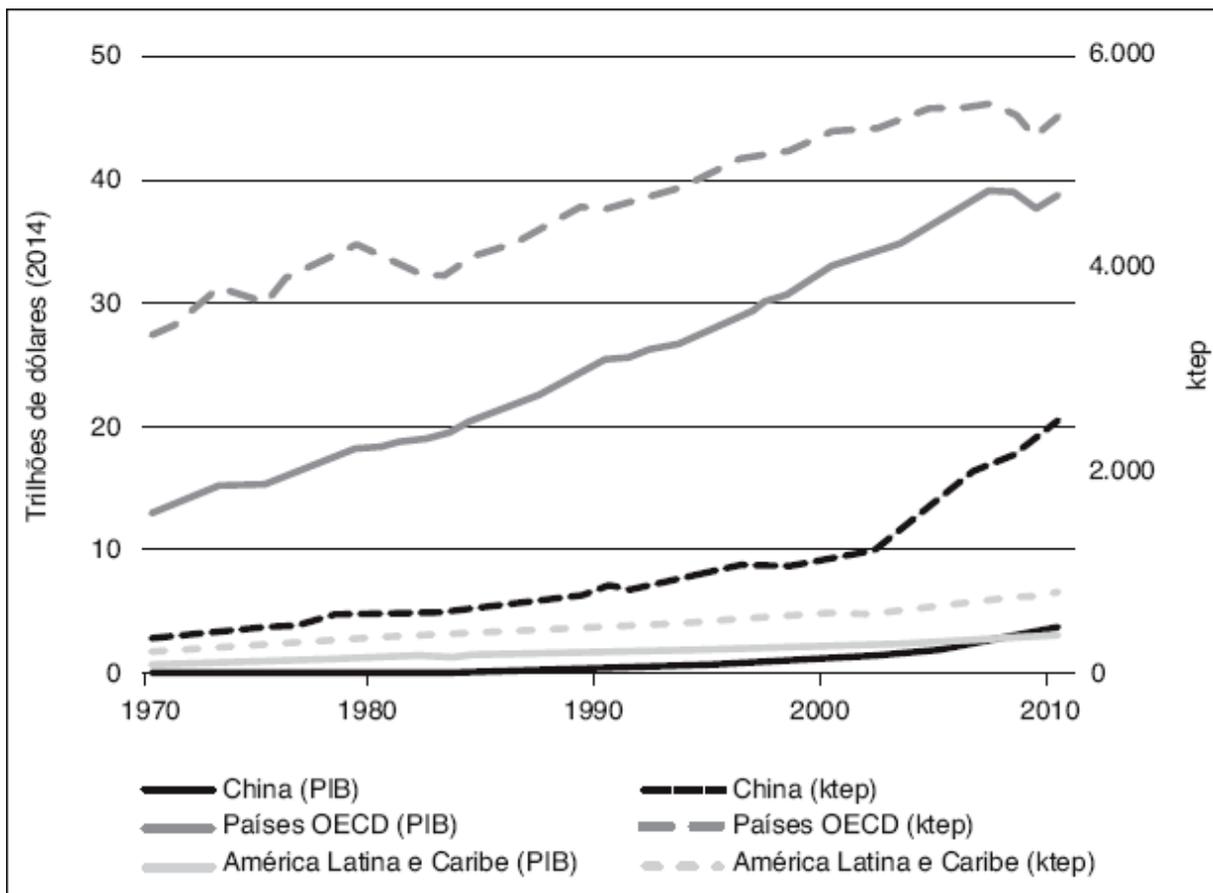
### 8.1 INTRODUÇÃO

Energia é um insumo fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país, pois alimenta as mais diversas atividades econômicas, além de atender a necessidades básicas da nossa sociedade moderna. A disponibilidade de recursos energéticos e de tecnologias de aproveitamento são fatores que determinam e condicionam o crescimento econômico.

Percebe-se que, ao longo do tempo, o consumo de energia e o crescimento econômico, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), estão fortemente correlacionados, como mostra a Figura 8.1. Contudo, vale notar

que a relação entre a quantidade consumida e o desempenho econômico varia bastante ao longo do tempo e entre os países, refletindo características próprias desses países e sua trajetória de desenvolvimento. Apesar disso, e das flutuações em determinados períodos da história, essa relação se mostrou positiva e consistente com a elevação do bem-estar em diversos países pelo mundo.

Aspectos fundamentais que determinam o consumo energético no mundo são: tipos de clima, tipos de geografia, crescimento demográfico, nível de acesso e disponibilidade de energia, tecnologias e estrutura industrial, fatores culturais de consumo, entre outros. Conseqüentemente, a confiabilidade do fornecimento de energia depende de uma gama de variáveis e constitui peça central das políticas de desenvolvimento econômico dos países.



**FIGURA 8.1** Relação entre demanda por energia primária e PIB. Fonte: Adaptada com base em Banco Mundial (2014a; 2014b).<sup>i</sup>

As estruturas de oferta e demanda são organizadas em mercados de energia, orientados por preços formados pelo resultado da interação de produtores e consumidores. A variação desses preços reflete em grande medida fatores como o nível de exaustão dos recursos, estrutura das cadeias energéticas, da concentração da produção, de especulação, de choques de demanda e da geopolítica da energia.

O debate sobre as questões energéticas mundiais tem sido pautado pela evolução da produção e do uso das fontes de energia. Em um contexto dinâmico de crescimento da demanda e de variabilidade dos preços de insumos energéticos, o futuro do setor é objeto de políticas que visam a atingir simultaneamente três objetivos: (i) a segurança do abastecimento energético; (ii) a redução da dependência energética dos Estados nacionais; e (iii) a diminuição dos impactos das mudanças climáticas associadas à emissão de gases de efeito estufa, em especial oriundos da queima de combustíveis fósseis. A compatibilização desses objetivos, porém, representa um enorme desafio.

É possível identificar uma gama de ações recentes que buscam estes objetivos de forma combinada, os quais, em geral, baseiam-se: (i) na diversificação das fontes de energia; e (ii) na ampliação da participação de fontes renováveis e mais limpas na matriz energética. O teor dessas iniciativas indica uma crescente importância do binômio energia-tecnologia no processo de busca de soluções factíveis e sustentáveis do ponto de vista ambiental, social e econômico.

O aproveitamento da energia se dá por meio dos processos de geração, transformação e utilização. Ele é definido pelos equipamentos e técnicas disponíveis, tornando indissociável o binômio energia-tecnologia. A disponibilidade dos recursos energéticos também é fundamental. Logo, a distribuição assimétrica desses recursos no mundo e as condições

comerciais entre países produtores e consumidores determinam certa composição mundial da geopolítica da energia.

O presente capítulo apresenta uma introdução ao estudo das relações que existem entre economia e energia. Ele está organizado em seis seções, incluindo esta breve introdução e conclusões. Na Seção 8.2, são apresentadas as características das indústrias energéticas. Na Seção 8.3, é tratada a interação entre energia e economia. Na Seção 8.4, é estudada a geopolítica energética no mundo. Na Seção 8.5, são analisados aspectos de política energética e competitividade das indústrias. Encerramos o capítulo com uma breve conclusão.

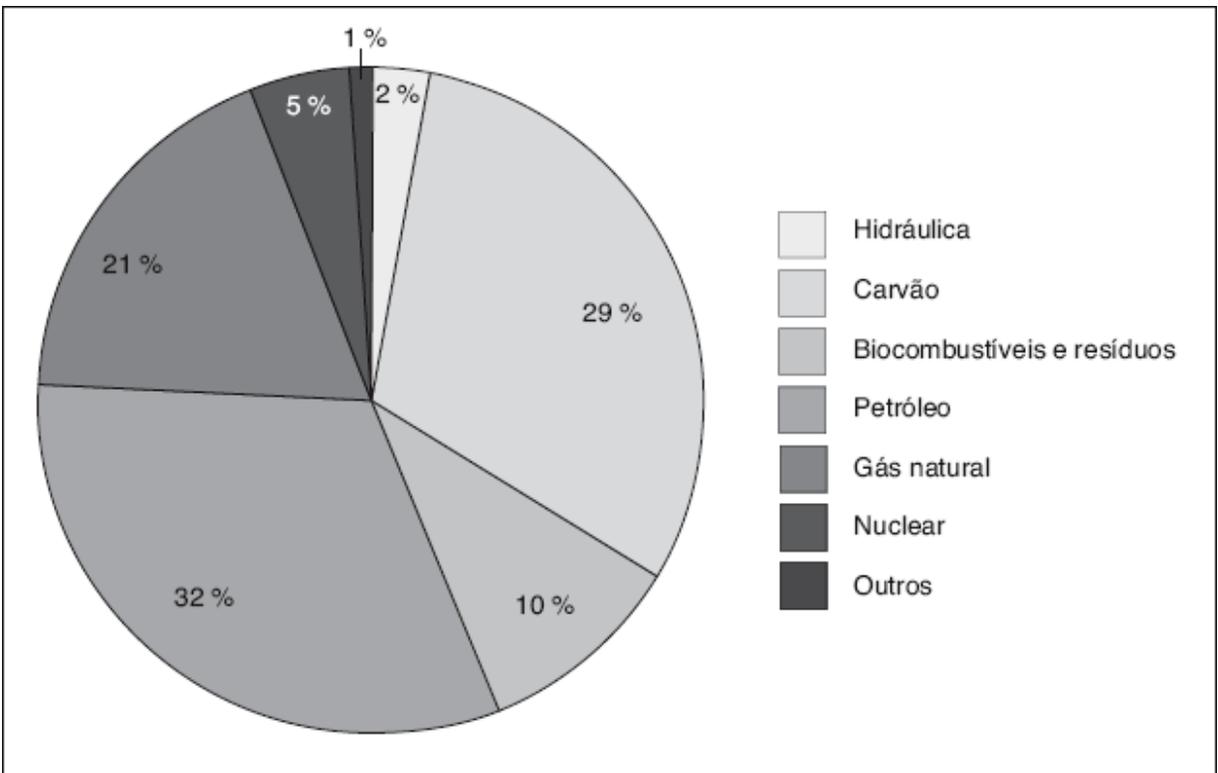
## **8.2 CARACTERÍSTICAS DAS INDÚSTRIAS ENERGÉTICAS**

As indústrias de energia apresentam singularidades no que diz respeito a sua organização e estrutura. Tais indústrias geram externalidades,<sup>ii</sup> ainda que em graus variados, na produção e uso das diversas fontes. A coordenação e regulação têm papel fundamental para lidar com tais externalidades, pois, essencialmente, são geradoras de distorções dos mecanismos alocativos de mercado.

Essas indústrias apresentam, de maneiras distintas, especificidades que as afastam das condições de concorrência perfeita. A presença de custos fixos elevados resulta em número limitado de grandes atores, existência de monopólios naturais e possibilidades limitadas de entrada e saída desses mercados. Por estas razões, o Estado cumpre um papel fundamental na definição de diretrizes de política energética, incluindo instrumentos econômicos, fiscais, regulatórios e políticos para mitigar as externalidades negativas e garantir o abastecimento energético, contornando falhas de mercado e direcionando o desenvolvimento do setor.<sup>iii</sup>

Desse modo, o estudo das indústrias energéticas trata de questões complexas dos pontos de vista técnico, econômico e político. Em particular, o desafio técnico no abastecimento energético tem origem na necessidade de constante equilíbrio entre oferta e demanda. Este desafio é especialmente crítico no setor elétrico, à medida que se faz necessário que o equilíbrio seja instantâneo e permanente para assegurar a estabilidade da rede. Já no âmbito econômico, as indústrias energéticas possuem características de indústria de rede, com investimentos pesados, custos afundados (*sunk costs*), grandes economias de escala e integração, além do fato de seu fornecimento se dar em massa com importantes economias de densidade. É o caso das indústrias de eletricidade e de gás natural que adicionalmente possuem em sua organização elos da cadeia caracterizados por monopólios naturais.<sup>iv</sup>

Quando tratamos da economia da energia, no que concerne a seus mercados sob a ótica da *oferta*, o desenvolvimento da produção de energia depende das condições técnicas e econômicas das cadeias energéticas, além do entorno institucional e político dos países. A Figura 8.2 apresenta a participação das mais diversas fontes de energia no mundo todo, e demonstra o importante papel que desempenham os combustíveis de origem fóssil para o atendimento energético mundial.



**FIGURA 8.2** Oferta mundial de energia primária por fonte (2014). Fonte: Elaborada com base na EIA (2014).<sup>v</sup>

Apesar de, em média, fontes como petróleo, gás e carvão predominarem, a composição das fontes em cada país varia muito. Para que uma fonte energética seja incorporada, é preciso que a tecnologia para produção seja dominada; seus custos sejam competitivos; e que os ambientes institucional e macroeconômico sejam propícios ao investimento. Como exemplo, podemos citar o caso do avanço tecnológico e a queda nos custos dos sistemas de geração solar fotovoltaica, que, em anos recentes, tornaram-se atrativos para investimento. Cabe destacar que, em locais com uma regulação proativa que dê suporte ao sistema, há um grande interesse em sua expansão, inclusive registrando-se um crescimento considerável no que concerne a investimentos.

Soma-se aos fatores descritos a complexidade derivada do fato de que o mundo da energia é regido pelas leis da física, afetando, assim, sua estrutura, operação e organização de mercado. Por exemplo, as operações

de transporte de navios para o comércio de gás natural liquefeito envolvem uma estrutura de escalas enormes, impondo requerimentos de escala mínima significativos.

Questões como as de especificidade dos ativos<sup>vi</sup> e intensidade de capital investido são particularmente delicadas do ponto vista dos projetos, pois ampliam as incertezas e reduzem o espaço de ação dos atores envolvidos. Essas características comuns em indústrias de rede podem gerar problemas contratuais que excedem a capacidade de correção dos mecanismos de mercado. Assim, cabe às autoridades públicas desenvolver e garantir uma estrutura de governança que permita o bom funcionamento de suas operações.

Note que uma estrutura de governança pressupõe o estabelecimento de hierarquias e procedimentos; as instituições, portanto, desempenham um papel crucial no estabelecimento das organizações e regras que regem o mercado. A organização determina e condiciona o potencial de desenvolvimento e influi na decisão de investimento no setor.<sup>vii</sup> Ao mesmo tempo, pelo fato de o produto e/ou serviço energéticos serem estratégicos para a economia e essencial para o bem-estar social (logo, considerado um serviço público), ele se torna uma questão de política pública.

Vimos até o momento, as variáveis associadas à provisão e desenvolvimento da *oferta* de recursos energéticos e estruturação do mercado. Resta analisar os mercados pela ótica da *demand*a.

É importante lembrar que não é o consumo direto de energia primária que satisfaz nossas necessidades. Por esta ótica, deve-se considerar que não existe demanda final por recursos energéticos em si, mas sim pelo que se pode obter com seu uso. A demanda por energia é, portanto, derivada da demanda por serviços energéticos. Precisamos de energia para atender diversas necessidades, como: iluminação, climatização, transporte, geração de força motriz, entre outros. Para ter acesso a esses serviços, no entanto, é preciso que a energia passe por uma série de transformações até sua

atividade fim, processos estes que ocorrem ao longo do que se denomina uma cadeia energética. A possibilidade de substituição dos recursos energéticos para um dado uso específico depende em grande medida desses processos de transformação e da compatibilidade do uso final com o tipo de fonte. Certas indústrias, por exemplo, conseguem substituir insumos, como o carvão, pelo gás natural, em seus processos de queima para geração de calor. No entanto, essa possibilidade não é imediata dado que esses insumos estão em estados naturais diferentes (sólido e gasoso), o que determina a forma como ele é fornecido e o tipo de equipamento para seu melhor aproveitamento. Nesse sentido, trata-se de características estruturais de consumo que são difíceis de serem alteradas rapidamente.

Padrões de consumo muito rígidos com elevada intensidade de consumo energético e alta dependência podem gerar situações e problemas graves para estruturas econômicas, gerando disputas e conflitos. Tais problemas podem ser localizados, por exemplo, internos a um sistema energético (como um sistema nacional); ou ainda externos, envolvendo atores de outros sistemas que exercem pressões de oferta e demanda e desestabilizam e limitam os primeiros. Quando tratamos de problemas internos de um mesmo sistema em nível de país, nos referimos a problemas de mercado e de política energética. E quando tratamos de problemas externos de sistemas nacionais entramos em questões de geopolítica da energia. A política e a economia de energia das diferentes cadeias energéticas possuem suas próprias especificidades técnicas. Graças às suas características físicas, de substitutibilidade ou conversibilidade entre fontes, no plano econômico, surgem os preços relativos das fontes de energia.<sup>viii</sup> Além disso, seus atributos de flexibilidade e conversibilidade dependem fundamentalmente das condições de entorno de oferta e demanda de energia.

Cada etapa que constitui as diferentes cadeias energéticas compreende atividades econômicas que necessitam, em geral, de grandes investimentos,

de longo tempo de maturação. Portanto, precisam de preços capazes de remunerá-los. Assim como nos demais mercados de bens e serviços, é necessário que haja equilíbrio entre a oferta e a demanda. Entretanto, devido às especificidades técnico-econômicas das indústrias de energia, o setor possui particularidades que o diferenciam radicalmente dos outros setores da economia.

Em primeiro lugar, em cada país a dotação de recursos energéticos é extremamente diferente e, em segundo lugar, existem grandes diferenças nas políticas que buscam crescimento e desenvolvimento econômico e social. Desse modo, constitui-se um terreno em que a interferência do Estado é legítima, seja para promover a universalização do acesso à energia, como para incentivar determinados ramos industriais.

Assim, as relações entre energia e economia são múltiplas. Entretanto, pode-se resumir o escopo da “Economia da Energia” ao estudo de cinco temas interdependentes, os quais contemplam uma série de relações econômicas fundamentais que envolvem empresas de energia, países — representados pelos Estados nacionais — e consumidores. Estes temas estão associados:<sup>ix</sup>

1. às relações entre a oferta e a demanda de energia e ao crescimento econômico sustentável;
  2. às condições econômicas e geopolíticas que governam as relações comerciais e de interconexão física da infraestrutura de energia entre diferentes países;
  3. ao processo de formação de preços e aos critérios que presidem as decisões de financiamento, de investimento e de consumo de energia;
  4. ao papel do Estado na formulação das políticas de oferta e de demanda, do regime fiscal e/ou com a criação de empresas estatais;
- e

- ao papel das estratégias empresariais e das inovações tecnológicas
5. que configuram, em última instância, determinado padrão de concorrência nas indústrias energéticas.

Paralelamente aos âmbitos técnicos e econômicos, temos o âmbito geopolítico, que se organiza pelas relações entre países consumidores e produtores buscando garantir o suprimento energético e, assim, preservar uma condição normal de atividade econômica. Os mercados de petróleo e gás natural são os principais exemplos desse tipo de relações, já que em diversos casos foram motivos de conflitos e guerras por serem insumos estratégicos do ponto de vista nacional. O controle de grandes reservas de hidrocarbonetos de custo reduzido por poucos países (como é o exemplo do gás da Rússia e do petróleo da Arábia Saudita) permite a concentração de poder de influência política internacional, podendo se referir a questões no âmbito puramente energético ou não.

### **8.3 ENERGIA E ECONOMIA**

Como apresentado na Figura 8.1, a relação energia-crescimento econômico é positiva e dada pela elasticidade-renda da demanda de energia, que mede a relação entre a variação percentual da quantidade demandada de energia em função de uma variação percentual da renda. Esta constitui um indicador central para o planejamento da oferta de energia e para a segurança de abastecimento energético.

A partir dessa relação, também se calcula o Índice de Intensidade Energética (IIE). O IIE, um dos indicadores mais utilizados pelos economistas da energia, representa a razão entre o consumo de energia de um país ou setor, expresso em alguma unidade energética, e o valor de seu PIB, mensurado em unidades monetárias. Ele indica quanto de energia é necessário para a produção de uma unidade monetária do PIB. Por isso, é

igualmente considerado para calcular a eficiência da utilização de energia para a geração de riqueza de uma indústria, região ou país.

Ao longo das últimas décadas, o consumo mundial de energia tem crescido a um ritmo mais lento do que o PIB, devido, sobretudo, às mudanças estruturais na economia, melhoria da eficiência energética e trocas de combustível. A intensidade energética mundial caiu 32 % entre 1971 e 2012.<sup>x</sup> Entretanto, essa dissociação parcial da demanda de energia e o crescimento econômico é observada nos países mais desenvolvidos em razão dos ganhos de eficiência energética e, sobretudo, da internacionalização das atividades econômicas mais intensivas em energia. Dessa forma, enquanto os países mais desenvolvidos reduzem sua intensidade energética, os países em desenvolvimento apresentam trajetória contrária. O crescimento de suas economias é acompanhado de forte crescimento da demanda por insumos energéticos.<sup>xi</sup>

De maneira geral, pode-se afirmar que a eficiência no uso da energia aumenta quando se consegue alcançar o mesmo nível de bem-estar com menor uso de energia. Isso pode ser obtido por meio de melhorias das técnicas produtivas, alterações das estruturas setoriais da economia ou mudanças comportamentais da sociedade.

Se observarmos as transações do setor energético e sua dinâmica econômica, devemos igualmente nos interessar por suas funções de custo e pelos critérios de formação dos preços. Para isso, é preciso analisar as diferentes estruturas de mercado, e as formas de organização industrial de cada indústria energética e como elas podem interagir entre si. É a partir desses pontos que se definem as estratégias de investimento e os mecanismos de financiamento existentes, que irão determinar o processo de constituição e expansão das indústrias e sistemas energéticos.

Investimentos em infraestrutura são críticos para o crescimento econômico e ganhos de competitividade sustentáveis. A redução dos investimentos no setor de infraestrutura provoca potencialmente uma

diminuição no nível de produção, que, por sua vez, leva à redução dos níveis de consumo e de novos investimentos.

Assim, problemas que afetem o nível de investimento em infraestrutura, sobretudo no que se refere à oferta de energia, possuem consequências extremamente negativas para toda a economia. Diversos aspectos macroeconômicos influenciam a tomada de decisão de investimento. Por exemplo, a existência de processos inflacionários elevados representa entrave importante na decisão de investir, pois em cenários de instabilidade econômica, os investidores se concentram em atividades cujo resultado se dá mais no curto prazo, em detrimento de investimento cujos resultados levem tempo para se concretizar e maturar. Um exemplo clássico é a dificuldade de viabilizar investimentos estruturantes em grandes obras de centrais elétricas, com elevados custos fixos e longos períodos de amortização de investimentos.

Além disso, a instabilidade econômica pode provocar alterações nas taxas de câmbio e de juros, desestimulando a entrada de capital estrangeiro que esteja interessado em setores como os de infraestrutura. O risco cambial é grave, pois desalinha o valor de receitas dado em moeda local e o custo do investimento, em geral, em moeda estrangeira. Como todo risco deve ser valorado, os custos de investimento em períodos de desequilíbrio econômico se tornam elevados e desencorajam os investidores. Por último, existe ainda o risco político quando empresas e indivíduos percebem momentos de crise como um sintoma de má administração pública, havendo risco de mudança de regimes regulatórios e fiscais.

## **8.4 A GEOPOLÍTICA DA ENERGIA**

Os recursos energéticos, sobretudo os fósseis, encontram-se distribuídos de maneira desigual no mundo. O comércio internacional de insumos energéticos ocupa um lugar de destaque, especialmente no caso do petróleo,

do carvão e gás natural, e pode influenciar drasticamente a balança comercial dos países, assim como a garantia dos recursos energéticos. Por serem produtos comercializados em grandes volumes internacionalmente, variações no preço internacional destas *commodities* geram impactos em diversos mercados simultaneamente.

Além disso, como esses insumos são utilizados em praticamente todas as atividades industriais, alterações em seus preços se propagam por toda a economia. Ao mesmo tempo, os recursos energéticos, ao serem tributados, são fonte importante de receita fiscal para os governos. No entanto, é comum que países optem por impostos baixos sobre combustíveis utilizados pela indústria e pelo transporte de cargas para assegurar a competitividade de suas economias. Em alguns países exportadores de petróleo, os tributos e o preço final dos combustíveis chegam a ser comercializados abaixo de seu custo de produção, pois são considerados recursos de propriedade pública ou utilizados como instrumento político (por exemplo, Venezuela e alguns países do Golfo).<sup>xii</sup>

As condições para o consumo de energia, portanto, se relacionam não apenas com as condições físicas da disponibilidade de recursos internos e externos, mas também de como esses recursos são apropriados e utilizados de maneira estável ao longo do tempo.

Por exemplo, o controle de importantes reservas minerais energéticas (como petróleo e gás natural) esteve no centro das relações comerciais e geopolíticas no mundo, confrontando países exportadores e importadores, sobretudo a partir do século XX. As duas crises do petróleo — em 1973 e 1979 — provocaram uma profunda reestruturação do planejamento energético em praticamente todos os países, reorientando a agenda internacional de políticas energéticas. Da situação de abundância com preços módicos e desenvolvimento, o petróleo se transformou em uma restrição crítica à atividade econômica. Com isso, os países passaram a privilegiar em suas agendas políticas questões de garantia da segurança de

suprimento. Em alguns casos, países importadores de petróleo buscaram reduzir a dependência energética do petróleo a partir da busca por novos combustíveis, como foi o caso do Brasil na inserção do etanol para uso veicular.<sup>xiii</sup>

Questões geopolíticas se mantêm relevantes ainda hoje. Seja com disputas regionalizadas, como é o caso das disputas de política externa entre a Rússia e países europeus mediados pela questão de suprimento do gás russo; seja em nível global, como no caso da China ao se estabelecer como uma superpotência energética, fazendo acordos de suprimento de médio e longo prazo com países exportadores, visando a garantir a manutenção e ampliação de sua atividade econômica.

A Tabela 8.1 apresenta a distribuição da produção, consumo e reservas em diversos países no mundo em 2014. É possível observar a grande diversidade do ponto de vista de sistemas energéticos a partir desses dados.

**TABELA 8.1**

**Produção, consumo e reservas/capacidade instalada para países selecionados pelo mundo (2014)**

Países Selecionados	Petróleo			Gás Natural			Carvão			Eletricidade		
	Produção	Consumo	Reservas	Produção	Consumo	Reservas	Produção	Consumo	Reservas	Produção	Consumo Renováveis*	Participação Renováveis
	10 <sup>3</sup> barris dia	10 <sup>3</sup> barris dia	10 <sup>6</sup> barris	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> t	10 <sup>6</sup> t	10 <sup>9</sup> t	TWh	TWh	%
<b>América do Norte</b>												
Canadá	4.292,3	2.370,6	172,9	162,0	104,2	2,0	36,7	21,2	6,6	615,4	400,4	65,1%
Estados Unidos	11.644,1	19.034,8	48,5	728,3	759,4	9,8	507,8	453,4	237,3	4.297,3	548,7	12,8%
México	2.784,2	1.941,1	11,1	58,1	85,8	0,3	6,9	14,4	1,2	289,6	54,5	18,8%
<b>Américas Central e Sul</b>												
Argentina	629,1	662,1	2,3	35,4	47,2	0,3	—	1,3	—	140,0	44,2	31,6%
Brasil	2.346,3	3.228,8	16,2	20,0	39,6	0,5	3,2	15,3	6,6	582,6	437,7	75,1%
Colômbia	990,2	309,6	2,4	11,8	10,9	0,2	57,6	4,2	6,7	64,4	45,4	70,5%
Equador	556,4	258,8	8,0	—	0,6	—	—	0,0	—	24,3	12,0	49,2%
Venezuela	2.719,5	824,2	298,3	28,6	29,8	5,6	1,8	0,2	0,5	126,8	82,8	65,3%
<b>Europa</b>												
Alemanha	—	2.371,5	—	7,7	70,9	0,0	43,8	77,4	40,5	614,0	160,6	26,2%
Noruega	1.894,7	237,6	6,5	108,8	4,7	1,9	—	0,7	—	142,3	139,2	97,8%
Reino Unido	850,3	1.501,3	3,0	36,6	66,7	0,2	7,0	29,5	0,2	335,0	64,4	19,2%

Oriente Médio												
Arábia Saudita	11.504,7	3.185,5	267,0	108,2	108,2	8,2	—	0,1	—	303,6	0,0	0,0%
Catar	1.981,9	307,4	25,7	177,2	44,8	24,5	—	0,0	—	38,4	0,0	0,0%
Emirados Árabes	3.711,6	873,0	97,8	57,8	69,3	6,1	—	1,5	—	117,6	0,0	0,0%
Irã	3.614,3	2.024,4	157,8	172,6	170,2	34,0	—	1,1	—	271,2	15,4	5,7%
Iraque	3.285,3	—	150,0	1,3	—	3,6	—	—	—	—	—	—
Kuwait	3.122,9	504,6	101,5	16,4	20,1	1,8	—	0,0	—	61,9	0,0	0,0%
África												
Argélia	1.525,4	394,9	12,2	83,3	37,5	4,5	—	0,2	—	64,2	0,4	0,7%
Líbia	498,3	—	48,4	12,2	—	1,5	—	—	—	—	—	—
Nigéria	2.360,6	—	37,1	38,6	—	5,1	—	—	—	—	—	—
Ásia & Oceania												
Austrália	448,1	998,0	4,0	55,3	29,2	3,7	280,8	43,8	76,4	244,5	32,3	13,2%
Cazaquistão	1.701,0	275,9	30,0	—	5,6	—	55,3	34,5	33,6	94,6	7,7	8,1%
China	4.246,0	11.056,5	18,5	134,5	185,5	3,5	1.844,6	1.962,4	114,5	5.649,6	1.298,9	23,0%
Índia	894,8	3.845,9	5,7	31,7	50,6	1,4	243,5	360,2	60,6	1.208,4	192,3	15,9%
Rússia	10.837,6	3.195,9	103,2	578,7	409,2	32,6	170,9	85,2	157,0	1.064,1	174,0	16,4%

\*Inclui hidroeletricidade, solar, eólica, geotermia etc.

Fonte: BP Statistical Review of World Energy (2015).<sup>xx</sup>

É possível observar que, no setor de petróleo, países como os Estados Unidos e China, grandes consumidores, também figuram como grandes produtores. No entanto, apesar de produzirem grandes volumes de óleo, podem não ser capazes de suprir seu consumo interno. Quando isso ocorre, passam a integrar igualmente o grupo de países importadores de petróleo. Ao mesmo tempo, países da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), como Arábia Saudita e Venezuela, estão no grupo dos grandes exportadores de petróleo, pois detêm grandes reservas, elevada produção e têm uma demanda inferior ao que produzem. Estes países exportam petróleo de diferentes qualidades, o que determina o valor que lhe é atribuído no mercado internacional.

A Arábia Saudita é conhecida por apresentar produção de petróleo leve e de boa qualidade (que apresenta uma composição de elevada pureza e permite a obtenção de derivados de alto valor de mercado), enquanto a Venezuela tem grandes reservas de petróleo extrapesado, em geral com menor valor de mercado. Nestes países são produzidos grandes excedentes de óleo que geram rendas para seus Estados.<sup>xv</sup> Assim, com a comercialização de excedentes no mercado internacional e das grandes participações governamentais que o setor de petróleo provê, os países

exportadores de petróleo recebem grandes rendas que, a depender de sua administração, podem ser fontes de desenvolvimento ou de dependência e corrupção.

No que concerne à cadeia do gás natural, Rússia e Estados Unidos são grandes produtores, porém apenas o primeiro país é exportador líquido. Países como a Noruega e o Canadá, apesar de terem reservas menores do que as de países do Oriente Médio, por exemplo, apresentam similar nível de produção. Desta forma, observa-se que a disponibilidade de reservas não é o único fator que determina se um país é um grande ou pequeno produtor. O acesso a mercados consumidores, estruturas físicas de escoamento da produção e a presença de atores capacitados em explorar e inclusive descobrir novas reservas também são críticos à medida que viabilizam o desenvolvimento da cadeia. Diferentemente do petróleo, o custo de transporte é uma fatia importante do preço final do gás natural, o que amplia a frequência de acordos comerciais de mais longo prazo. Se tais acordos são realizados em nível internacional, acabam por integrar a pauta de política externa dos países por seu caráter estratégico, como no caso russo.

Na cadeia do carvão, a China desponta como a maior produtora e consumidora, apresentando um crescimento enorme de seu consumo em período recente, sobretudo para a geração termelétrica. Com este nível de consumo energético, suas reservas têm sido esgotadas rapidamente, e a qualidade ambiental de grandes regiões do país vem sendo deteriorada por conta do nível de emissões de poluentes associados à geração térmica à carvão. O uso intensivo do carvão mineral é visto como um grande desafio para o combate às emissões de gases de efeito estufa. Vale lembrar que o carvão é um recurso abundante mais bem distribuído geograficamente e seu preço internacional é afetado por mudanças no preço do petróleo (por ser um substituto em certas atividades). Se esses preços se elevam, a demanda por carvão cresce.<sup>xvi</sup> Entretanto, caso haja internalização das emissões

poluentes, respeitando o princípio do “poluidor pagador”, o carvão pode deixar de ser uma fonte barata de energia, como reivindicado nas negociações internacionais para conter as mudanças climáticas. Como no caso do petróleo, a qualidade do carvão influencia na sua comercialização no mercado internacional e em seu melhor aproveitamento. O Brasil, por exemplo, apresenta reservas e produção razoáveis do mineral, porém sua qualidade varia muito entre as áreas produtoras.

Finalmente, a produção de energia elétrica é diversificada entre os países. A pequena, porém, crescente participação das fontes renováveis no consumo primário mundial de energia é dada sobretudo pela penetração dessas fontes na geração elétrica. Enquanto muitos países têm em sua matriz elétrica fontes de origem fóssil, países como Canadá, Noruega e Brasil dispõem de recursos hidráulicos expressivos e, portanto, sua matriz elétrica tem forte participação da hidroeletricidade. Países como a França, adotaram a opção de investir em centrais nucleares e desenvolveram uma indústria voltada para essa fonte que pudesse gerar também maior conhecimento e, eventualmente, ampliar o escopo de aplicações nucleares com fins militares ou não.

Por se tratar de um insumo não estocável, a comercialização internacional demanda a presença de redes físicas de transmissão e operação coordenada segundo a segundo. Questões geopolíticas relacionadas à eletricidade variam desde acordos de integração entre países ou regiões (como no caso europeu), garantia de abastecimento da fonte primária utilizada (como nas disputas pelo gás natural), até a competição tecnológica de novas fontes (como no caso da busca de liderança tecnológica em painéis solares fotovoltaicos e baterias).

Com a expansão da capacidade de fontes renováveis, muitas vezes intermitentes (como geradores solares e eólicos), a necessidade de diversificação de fontes e uma melhor operação ganha grande importância. Políticas que visam a garantir essas transformações nas matrizes energéticas

são cada vez mais frequentes no mundo. Observa-se um movimento de “*transição energética*” em diversos países, com o intuito de alterar o *mix* energético, substituindo fontes tradicionais fósseis de energia por outras de menor impacto ambiental e maior legitimidade política (como no *Energiewende*<sup>xvii</sup> alemão substituindo o nuclear e o *Clean Power Plan* norte-americano limitando o carvão). Assim, a geopolítica da energia perpassa também pelos aspectos dos acordos internacionais sobre mudanças climáticas.

## 8.5 POLÍTICA ENERGÉTICA E COMPETITIVIDADE

A importância da energia para o desenvolvimento econômico e social dos países e as particularidades de cada cadeia energética determinam as políticas energéticas dos países. Essas políticas são definidas caso a caso, mas todas possuem como elemento central a segurança de abastecimento devido à essencialidade dos serviços energéticos.

Desse modo, governos elaboram políticas energéticas que incluem instrumentos incitativos ou normativos para direcionar a constituição do setor energético, priorizando as fontes consideradas mais importantes e promovendo o uso eficiente dos recursos energéticos. Entre os incentivos de que dispõem os decisores políticos, podemos citar: política fiscal; políticas de preço; subsídios; restrições a emissões poluentes, entre outros.

Devido às interações existentes entre as diferentes dimensões econômicas descritas anteriormente, as estratégias relacionadas ao abastecimento de energia para um país podem ser encontradas na reorganização industrial, nas novas relações internacionais ou na gestão e diversificação das fontes de energia. Essas escolhas influenciam fortemente o crescimento e a competitividade das nações, a evolução das trocas internacionais, a divisão internacional do trabalho e suas mudanças tecnológicas.

Dados da Agência Internacional de Energia (IEA) de 2013 revelam que as disparidades nos preços da energia entre países e regiões, especialmente para o gás natural e a eletricidade, aumentaram de maneira significativa nos últimos anos, com implicações para a competitividade das economias. A competitividade,<sup>xviii</sup> baseada na noção de produtividade,<sup>xix</sup> refere-se à capacidade de firmas individuais ou economias inteiras de competir local ou internacionalmente.

Os preços do gás natural caíram acentuadamente nos Estados Unidos da América (EUA), em grande parte como resultado da recente “revolução” do gás natural não convencional (*shale gas*), devido às inovações técnicas desenvolvidas que baratearam esse tipo de extração. Em 2013, os preços de gás natural praticados nos EUA foram cerca de um terço dos preços de importação pagos pela Europa e um quinto daqueles pagos pelo Japão.

Do mesmo modo, também existem grandes diferenças de preços de eletricidade entre os países. Consumidores industriais japoneses e europeus pagaram, em média, mais do que o dobro do preço pago nos Estados Unidos. Essas diferenças de preço influenciam as tomadas de decisão de investimento e a instalação de novas fábricas ao redor do mundo, com impactos sobre o nível de atividade econômica, nível de emprego e bem-estar social.<sup>xx</sup>

Setores intensivos em energia (produtos químicos, alumínio primário, cimento, ferro e aço, papel e celulose, vidro e produtos de vidro e refino) representam globalmente cerca de 20 % do valor adicionado industrial, 25 % do emprego industrial e 70 % do consumo de energia industrial.<sup>xxi</sup> Desse modo, o custo de energia é fundamental para a competitividade internacional das indústrias energo-intensivas, pois correspondem à parte significativa de seus custos totais de produção. A importância da energia no custo total de produção é maior na indústria química, que, em alguns segmentos, pode ser responsável por cerca de 80 % dos custos de produção.

Mudanças na competitividade industrial têm efeitos multiplicadores sobre os demais setores da economia, afetando saldos comerciais em geral. A União Europeia e o Japão sofreram uma perda combinada de 30 % em suas participações das exportações mundiais de bens intensivos em energia. Os Estados Unidos veem um ligeiro aumento e, em muitas economias emergentes, particularmente na Ásia, o aumento foi mais forte.<sup>xxii</sup>

Diferenças nos preços da energia entre os países constituem, portanto, um fator importante na competição entre países exportadores e nas economias locais com os bens e serviços importados. A fim de conter a perda de atividade econômica provocada pela baixa competitividade energética e reduzir seus impactos negativos, há uma crescente busca por ganhos de eficiência energética capaz de reduzir o peso da energia para o desenvolvimento econômico dos países.

Os formuladores de políticas energéticas também podem aumentar a competitividade da energia, a partir do apoio às fontes locais de energia, assim como a partir do aumento da concorrência nos mercados de energia de atacado e varejo. Atualmente, considerando o contexto de valorização de estratégias de desenvolvimento sustentável e da promoção das energias alternativas e renováveis, os formuladores de política devem considerar esse novo paradigma ao planejar e promover investimentos no setor energético.

## **8.6 CONCLUSÕES**

A história do desenvolvimento econômico e social da humanidade está intimamente relacionada à evolução da oferta e demanda de energia. Assim, produção e consumo de energia estão enraizados nos padrões de comportamento de uma sociedade. Não há desenvolvimento econômico-social sem suprimento de energia; ambos são interdependentes e possuem

relação complexa. Nesse sentido, a tecnologia vem desempenhando papel de destaque no mundo moderno.

O desenvolvimento tecnológico tem assumido um lugar importante na mediação entre as necessidades energéticas e a disponibilidade de recursos naturais. O acesso às novas tecnologias e a esses recursos não se dá da mesma forma entre os países. Assim, a dotação tecnológica e de recursos devem continuar sendo elementos importantes na explicação das distintas trajetórias evolutivas da relação consumo de energia e crescimento econômico.

Ao longo de seu desenvolvimento, as indústrias de energia conheceram importantes mudanças. A evolução do setor energético em países ao redor do mundo foi marcada por mudanças tecnológicas, mudanças nas relações de poder entre países, mudanças no comportamento dos atores-chave e nas decisões de políticas locais e internacionais. As questões energéticas geram conflitos motivados pelo controle sobre os recursos e, ao mesmo tempo, geram acordos como os de mitigação às emissões poluentes.

Além disso, em diversos países, as indústrias energéticas sofreram profundas alterações em seu modo de organização, passando de monopólios integrados a setores abertos à concorrência, utilizando-se dos mecanismos alocativos de mercado que coexistem com o complexo sistema de dispositivos regulamentares em permanente mutação. Essas indústrias são determinadas pelo ambiente institucional que delimita a conformação dos mercados de energia. Assim, além das questões tecnológicas e econômicas, é importante estudar as características das estruturas de mercado e governança adotadas, incluindo a organização dos agentes das indústrias energéticas e seu grau de integração ao longo das diferentes cadeias.

Ao mesmo tempo, é importante considerar que questões energéticas também contribuíram de modo importante à evolução da teoria econômica. O petróleo levanta a questão de como se dá a formação de um preço para um recurso esgotável. A eletricidade levou os economistas a procurar uma

tarifa ideal para uma atividade que, com rendimentos crescentes, poderia usufruir de rendas monopolistas. Porém, ao ser regulada, tem seus rendimentos restritos, demandando o estabelecimento de uma tarifa compatível com a viabilidade de custos da empresa prestadora.

Em período recente, surgiram também as questões em torno dos incentivos às energias renováveis. O aparecimento de preocupações ambientais levou os economistas a pensarem nos melhores mecanismos para incorporar externalidades negativas do setor e analisar se mecanismos de mercado são superiores às políticas tradicionais como taxação e elaboração de normas. Dessa forma, as indústrias energéticas são insumos fundamentais não apenas para o desenvolvimento, mas também para um profícuo ambiente para debates políticos e de ampliação do conhecimento humano.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- Aspectos fundamentais que determinam o consumo energético no mundo são: tipos de clima, tipos de geografia, crescimento demográfico, nível de acesso e disponibilidade de energia, tecnologias e estrutura industrial, fatores culturais de consumo, entre outros.
- Em um contexto dinâmico de crescimento da demanda e de variabilidade dos preços de insumos energéticos, o futuro do setor é objeto de políticas que visam a atingir simultaneamente três objetivos: (i) a segurança do abastecimento energético; (ii) a redução da dependência energética dos Estados nacionais; e (iii) a diminuição dos impactos das mudanças climáticas. Ações que buscam esses objetivos se baseiam na diversificação das fontes de energia e na ampliação da participação de fontes renováveis.
- O Estado cumpre um papel fundamental na definição de diretrizes de política energética, incluindo instrumentos econômicos, fiscais, regulatórios e políticos para mitigar as externalidades negativas e

garantir o abastecimento energético, contornando falhas de mercado e direcionando o desenvolvimento do setor energético.

- Questões internas a um dado sistema energético em nível de país referem-se a questões de mercado e de política energética. A política e os mercados interagem frequentemente quando tratamos da economia da energia. Quando tratamos de questões externas de sistemas nacionais entramos em questões de geopolítica da energia. Os determinantes fundamentais da geopolítica da energia se associam às características físicas e políticas nacionais. Em primeiro lugar, em cada país a dotação de recursos energéticos é extremamente diferente e, em segundo lugar, existem grandes diferenças nas políticas que buscam crescimento e desenvolvimento econômico e social.
- Pode-se resumir o escopo da “Economia da Energia” a cinco temas interdependentes: (i) às relações entre a oferta e a demanda de energia e ao crescimento econômico sustentável; (ii) às condições econômicas e geopolíticas que governam as relações comerciais e de interconexão física da infraestrutura de energia entre diferentes países; (iii) ao processo de formação de preços e aos critérios que presidem as decisões de financiamento, de investimento e de consumo de energia; (iv) ao papel do Estado na formulação das políticas de oferta e de demanda, do regime fiscal e/ou com a criação de empresas estatais; e (v) ao papel das estratégias empresariais e das inovações tecnológicas que configuram, em última instância, determinado padrão de concorrência nas indústrias energéticas.

## QUESTÕES

- 8.1 Por que se considera que energia é fundamental para o desenvolvimento econômico de um país? Forneça um exemplo.

- 8.2 Apresente os cinco elementos que delimitam o escopo do estudo da “Economia da Energia”.
- 8.3 Explique o conceito de intensidade energética.
- 8.4 Que tipo de questões trata a geopolítica da energia?
- 8.5 Discuta como a energia pode afetar a competitividade industrial de um país.

## LEITURA COMPLEMENTAR

Sugere-se ao leitor a consulta às referências indicadas em notas ao longo do capítulo.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i BANCO MUNDIAL. The World Bank Data, 2014a. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.KT.OE>;  
BANCO MUNDIAL. The World Bank Data, 2014b. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>.
- ii No estudo da economia, externalidades são definidas como impactos gerados por uma atividade sobre outras atividades ou indivíduos não diretamente envolvidos na ação. Diz-se, por exemplo, que uma externalidade é negativa quando esse impacto sobre terceiros é negativo. Um exemplo clássico de externalidade negativa é o dejetos de poluentes em um rio por uma fábrica que prejudica todos os demais utilizadores do rio. Por outro lado, uma externalidade pode ser positiva na medida em que beneficia outrem. Um exemplo no setor energético é a possibilidade de melhora de sistemas de irrigação, devido ao represamento de um rio para geração hidrelétrica.
- iii PINTO JR., H. Q. (Org.). *Economia da energia, fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007; HANSEN, J-P.; PERCEBOIS, J. *Énergie, économie et politiques*. De Boeck, 2011.

- iv Os monopólios naturais são indústrias caracterizadas por rendimentos crescentes de escala, em que é mais econômico que um bem ou serviço seja provido por apenas uma só empresa (PINTO JR., 2007; HANSEN; PERCEBOIS, 2011).
- v INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Key world energy statistics*, 2014. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/keyworld2014.pdf>>.
- vi O conceito de especificidade de ativos se aplica às indústrias de rede em quatro aspectos: (i) a especificidade do local de geração/produção; (ii) a especificidade física (o processo ou o produto foram feitos “sob medida”); (iii) ativos dedicados (capacidade de produção não tem outra alternativa); e (iv) especificidade temporal (o ajuste da produção ao consumo depende de sincronização em tempo real).
- vii PINTO JR., H. Q. (Org.). *Economia da energia, fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- viii Idem a viii.
- ix Idem a viii.
- x Idem a vi.
- xi INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *World energy outlook 2013*, 2013. Disponível em: <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>.
- xii FAVENECC, J. P. *The geopolitics of energy*. IFP Energies nouvelles Publications, Editions Technip, 2011.
- xiii BARZELAY, M. *The politicized market economy, alcohol in Brazil's energy strategy*. University of California Press, 1986.
- xiv BRITISH PETROLEUM (BP). *Statistical review of world energy 2015*. 2015. Disponível em: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. Os dados para

petróleo são de 2014, à exceção do consumo (2013). Para gás natural, os dados de produção, consumo e reservas são, respectivamente, 2011, 2012 e 2014. Para carvão, os dados de produção, consumo e reservas são, respectivamente, 2013, 2012 e 2011. Por fim, para eletricidade, os dados são de 2012.

- xv Tradicionalmente, são exigidas importantes participações governamentais (por exemplo, *royalties*) do setor extrativo, pois trata-se da exploração de recursos exauríveis e, portanto, não permite às gerações futuras seu usufruto, necessitando alguma compensação.
- xvi Idem a xiii.
- xvii KRAUSE, F.; BOSSEL, H.; MÜLLER-REIßMANN, K-F. *Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*. Frankfurt am Main: Fischer, 1980. *Energiewende* é um termo cunhado por Krause *et al.* (1980) que trata de uma política energética visando a uma transformação nas estruturas tradicionais de oferta (via fontes renováveis distribuídas) e demanda (via maior conservação e eficiência).
- xviii O termo *competitividade* aplicada à energia entende-se como o custo da prestação de serviços de energia em uma economia em relação às outras.
- xix A produtividade de uma economia determina o nível de prosperidade e as taxas de retorno sobre os investimentos que podem ser alcançados. Uma produtividade superior permite o crescimento de economias mais rapidamente no longo prazo e a sustentação de níveis mais elevados de salários, aumentando o bem-estar de sua população.
- xx Idem a xi.
- xxi Idem a xi.
- xxii Idem a xi.

# Integração Energética e Desenvolvimento Regional

# 9

Thauan Santos  
Nivalde de Castro  
Rubens Rosental

*Eles [Governos] também devem assegurar que os benefícios do investimento público de longo prazo para o desenvolvimento das infraestruturas não sejam minados por empresários com fins lucrativos de curto prazo. Assim, desempenham um papel de liderança na construção da compatibilidade dentro do sistema energético e na promoção da aceitação social de novas tecnologias e políticas.*

(IAEA, 2008).

## 9.1 INTRODUÇÃO

A temática da energia vem se destacando nas pautas de discussão, não apenas pelo fato de ela representar a base da sociedade contemporânea, mas, sobretudo, por apresentar uma série de externalidades positivas com outras áreas, bem como possuir interfaces com diversos setores. O que tem se mostrado interessante é que, sistematicamente, essas discussões têm se dado cada vez mais em âmbito multilateral, de cooperação e/ou integração energética entre os países, colocando em xeque a lógica da autossuficiência energética de outrora.

No que se refere especificamente à questão da integração energética, o que se tem observado é que é possível promover a exploração de recursos naturais nacionais e, muitas vezes, transfronteiriços, para viabilizar o desenvolvimento regional. É, sem dúvida, digno de nota o planejamento conjunto dos países envolvidos no processo de integração física energética alinhado aos preceitos do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, o presente capítulo tem como principal objetivo apresentar os benefícios associados ao planejamento conjunto e integrado do setor energético de diferentes países de uma mesma região. Para tal, na Seção 9.2, problematizam-se os conceitos de integração energética e cooperação energética, enquanto a Seção 9.3 apresenta os estudos de casos da Europa, da América do Norte, bem como da América Latina, subdividida em América do Sul e América Central.

Em seguida, são apresentadas as principais conclusões que, em última instância, buscam ratificar a ideia de que é interessante do ponto de vista econômico, mas inclusive político e social, o desenvolvimento da integração energética. Ao mostrar diversas realidades, com os estudos de caso, pretende-se evidenciar os diferentes caminhos a serem tomados, considerando e respeitando as diversas realidades regionais.

## **9.2 CONCEITOS DE INTEGRAÇÃO E COOPERAÇÃO ENERGÉTICAS**

O processo de integração regional, de modo geral, é algo recente nas economias modernas e carece de expressivos aperfeiçoamentos, mesmo no caso da União Europeia (UE), onde se encontra em estágio “mais avançado”<sup>i</sup> que em outros continentes. Para alguns, “a integração regional é o *processo* pelo qual diversas economias nacionais buscam benefícios mútuos, complementando-se mutuamente”,<sup>ii</sup> e pode ser dividida em três ramos distintos: (i) integração econômica e comercial; (ii) integração

política; e (iii) integração física. Embora esta última seja a menos discutida na literatura, vale a pena notar sua intensa relação com os demais ramos, bem como seus impactos diretos sobre o desenvolvimento econômico e social dos países envolvidos no processo de integração.

Nesse sentido, dentro do escopo de integração física (infraestrutura), poderíamos detalhar três principais setores: (i) transporte; (ii) telecomunicações; e (iii) energia. Uma vez que o tema da energia é transversal a todos os demais setores aqui mencionados, vale a pena analisar o mesmo, dado inclusive suas relações transversais (externalidades positivas) com o restante dos setores das economias.

No caso específico do setor elétrico, tal processo é ainda mais recente e implica significativas dificuldades de cunho institucional, físico, tecnológico e de mercado.<sup>iii</sup> A realização de investimentos de infraestrutura de forma conjunta é uma das condições para a realização do processo de integração física, porque esse tipo de investimento e seus resultantes criam as condições necessárias e efetivas para a integração produtiva de outros setores econômicos.<sup>iv</sup> Essa é uma das grandes características que diferencia *integração energética* de *cooperação energética*.

Assim, vale assinalar que para o processo de integração energética ser bem-sucedido, é preciso que seus benefícios sejam superiores aos seus custos de implementação e operação. No caso do setor de energia elétrica, os benefícios individuais da operação integrada devem ser maiores que os benefícios individuais das operações meramente domésticas. Nesse cenário, os investimentos e o planejamento deixariam de se dar em âmbito unicamente nacional e passariam a uma instância supranacional e/ou a uma decisão conjunta dos países envolvidos no processo.<sup>v</sup>

A integração energética permite o aproveitamento ótimo dos recursos energéticos ao mesmo tempo em que transforma estes recursos em renda, insumos produtivos e bem-estar. Por outro lado, o processo de integração é compatível com a necessidade de promoção da segurança do suprimento a

preços competitivos por aumentar a confiabilidade do suprimento concomitantemente aos ganhos de produtividade derivados do aumento de escala.

No entanto, vale considerar que os conceitos de segurança, de cooperação e de integração energéticas não se limitam à produção e à venda de petróleo e de seus derivados, embora seja justamente isso o que boa parte da literatura relacionada ao tema vai fazer. Autores como Yergin (2006)<sup>vi</sup> e Weintraub *et al.* (2008),<sup>vii</sup> por exemplo, colocam o tema *energia* quase como *proxy* para *petróleo e seus derivados*, o que representa uma série de problemas: (i) simplifica a análise das fontes de energia; e (ii) desconsidera a tendência de alteração do paradigma energético, que busca e incentiva o desenvolvimento de fontes de energias alternativas e limpas para melhor lidar com a questão ambiental.

Cabe ressaltar que essa agenda ambiental pode se constituir em um importante vetor indutor do processo de integração energética nas Américas e na União Europeia. O processo de integração, ao permitir um uso mais racional das fontes (renováveis) entre os países, garante o atendimento de maior volume de demanda por energia elétrica, representando uma vantagem competitiva em favor das economias integradas. Principalmente na União Europeia, a necessidade de atender as metas de redução das emissões de gases do efeito estufa vem ganhando contornos cada vez mais nítidos por parte da política de controle ambiental. Isso se deve, *grosso modo*, ao fato de os índices de poluição serem muito elevados e o potencial de recursos renováveis ser relativamente limitado, já que o setor energético, especialmente nos países mais desenvolvidos, é o maior responsável por emissão de gases do efeito estufa.<sup>viii</sup>

No caso da América do Sul, mesmo que os países desta região não sejam obrigados a estabelecer compromissos formais e mais rígidos de redução das emissões dos gases do efeito estufa derivados da geração de energia elétrica, esta é uma hipótese consistente no futuro próximo. Já se

sabe que o comércio internacional de muitos produtos terá que apresentar “certificados verdes”, comprovando que foram produzidos utilizando fontes de energia com baixa intensidade em carbono, notadamente por exigência de países desenvolvidos. Neste sentido, a possibilidade de os países da região poderem abater as emissões de carbono a partir da expansão de seus sistemas elétricos de forma integrada é mais um elemento a favor da integração energética.

O desenvolvimento da integração energética é um processo gradual e lento devido às dificuldades políticas, geográficas, físicas e institucionais dos países envolvidos, que devem, para o sucesso do processo, aceitar: (i) delegar parte do poder soberano dos Estados a uma entidade supranacional ou a uma instância de governança coletiva; (ii) a influência externa em assuntos setoriais domésticos; e (iii) o aumento da dependência energética. Dadas a complexidade e as dificuldades da integração energética, é necessário construir uma base jurídica assentada em tratados internacionais de longo prazo ou atemporais. Frente à questão institucional, pesquisas revelam que os países da região (ainda):

Possuem arcabouços regulatórios bastante distintos, especificamente no que se refere a temas específicos — como novos entrantes, a questão ambiental e as regras de interconexão ou compartilhamento de infraestrutura — o que dificulta a ação dos agentes econômicos nas operações de comercialização, importação e exportação e as decisões de investimentos em projetos. Esta interpretação do arcabouço regulatório do setor elétrico, juntamente com a de outros setores de energia, como a nuclear, de petróleo e gás e ainda a de biocombustíveis, caracteriza a heterogeneidade regulatória da região, desfavorecendo aquele que é atualmente o maior projeto regional: a integração energética sul-americana.<sup>ix</sup>

A integração energética, assim, pode avançar até a integração plena de mercados mediante um enfoque de complementaridade.<sup>x</sup> O bilateralismo pode ser potencializado como construtor do multilateralismo, dinamizando a integração e abrindo possibilidade de interligação a terceiros países, constituindo-se, portanto, uma espécie de etapa intermediária.<sup>xi</sup> O planejamento conjunto deverá construir progressivamente um marco institucional e normativo que oriente a integração energética.

Portanto, é necessário destacar que existe uma confusão acerca dos conceitos de *integração* e *cooperação* energética, o que faz com que tais termos sejam utilizados como sinônimos pela literatura. O que se defende é que a cooperação energética corresponde a uma etapa (intermediária) do processo de integração (energética) regional, conforme modelo teorizado pela empresa colombiana Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA).<sup>xii</sup>

## 9.3 ESTUDOS DE CASO

### 9.3.1 Europa

A economia mundial é fortemente dependente da geração de energia a partir dos combustíveis fósseis — petróleo, gás e carvão — cuja produção e reservas são concentradas em poucas regiões. Isso constitui um grande problema para a Europa, pois ela conta com uma das maiores economias do mundo, sendo também uma das maiores consumidoras de tais recursos, não possuindo, entretanto, reservas de combustíveis fósseis abundantes.<sup>xiii</sup> Assim, a UE se tornou progressivamente dependente de importações, provenientes principalmente da Rússia.<sup>xiv</sup> Esta forte dependência é inerentemente instável, uma vez que tal país já utilizou suas fontes de energia como instrumento de barganha política, ameaçando o suprimento europeu.<sup>xv</sup>

Este cenário delinea a necessidade de aumento da segurança energética do continente. Para a Europa, e especificamente para a UE, essa meta perpassa pela diversificação das fontes de geração de energia e construção de um mercado energético integrado que permita otimizar a exploração conjunta de energia, sobretudo proveniente de fontes internas. Vale ressaltar, ainda, que a própria origem do bloco ocorreu com o viés de integração energética, com a criação da Comunidade Europeia de Carvão e Aço (CECA), em 1951.

A CECA reunia inicialmente Alemanha Ocidental, França, Bélgica, Itália, Luxemburgo e Países Baixos, passando a integrar mais Estados com o passar do tempo. Seu principal motivador foi a necessidade de restabelecer a paz na Europa no contexto pós Segunda Guerra Mundial. Ademais, havia a relevância do aspecto econômico, dada a premência de reconstrução da economia do continente e o fato de que o carvão e o aço eram a base da indústria desses Estados, que enfrentavam um período de escassez.<sup>xvi</sup>

Conforme tal escassez foi se agravando e o continente afundou em uma crise energética, surgiu a proposta de que a CECA passasse a incluir outras fontes de energia, abrangendo também a nuclear. Com os temores bélicos ainda presentes, o receio de que essa fonte de energia fosse desenvolvida com objetivos militares causou a rejeição da proposta, surgindo em seu lugar sugestão de criação de uma organização específica para isso. Simultaneamente, havia a demanda pela formação de um mercado comum europeu. Conciliando ambas as vontades, começou-se a estudar a constituição de um mercado comum e de uma comunidade de energia atômica. Assim, com os Tratados de Roma, de 1958, foram criadas a Comunidade Econômica Europeia (CEE) e a Comunidade Europeia de Energia Atômica (CEEA ou Euratom). Em 1965, a CEE, a CECA e a CEEA foram integradas e formaram a Comissão Europeia (CE) e o Conselho da União Europeia. Por fim, com a assinatura do Tratado de

Maastricht, em 1993, a União Europeia foi criada, absorvendo a CEE e a CECA, mas mantendo a CEEA juridicamente separada e com estatuto próprio.<sup>xvii</sup>

Um dos caminhos observados pelos europeus para atingir maior segurança energética foi a alternativa de promover a exploração e utilização *conjunta* de seus recursos energéticos, por meio da concretização dos planos de formação de um mercado energético europeu integrado, o que foi proposto pela Comissão Europeia na década de 1980. A ideia de desenvolvimento de tal mercado fortificou-se principalmente após as reformas liberais da década de 1990 e a elevação do preço dos combustíveis em 1999, o que aguçou a consciência da necessidade de aumento da independência energética.

Em 2000, a Comissão Europeia lançou as bases e prioridades da Nova Política Energética Europeia.<sup>xviii</sup> Posteriormente, a Comissão elaborou também um plano de ação em cinco pontos: infraestrutura e diversificação de fontes de abastecimento; relações externas energéticas; reservas de petróleo e gás e mecanismos de resposta a crises; eficiência energética; e otimização dos recursos energéticos endógenos.<sup>xix</sup>

Como a Europa possui uma diversidade de nações com necessidades distintas, há muitas dificuldades em formular uma política energética única que reúna todas as diferenças. Dentro do contexto de segurança energética, no entanto, insere-se tal visão de mercado energético europeu único a ser formado a partir de diversos mercados regionais integrados. Com isso, há grande incentivo ao desenvolvimento de mercados conjuntos de energia, o que já pode ser verificado atualmente, com destaque para dois dos principais mercados integrados já em operação: o Mercado Energético Nórdico (Nord Pool)<sup>xx</sup> e o Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL).

O Nord Pool foi criado em 1993, sendo inicialmente o mercado doméstico da Noruega no qual ocorriam intercâmbios de energia elétrica. Em 1996, no entanto, a Suécia realizou um processo de liberalização do seu

setor elétrico e ambos os países acordaram em remover as tarifas sobre os fluxos de energia entre seus mercados, formando um mercado integrado. Posteriormente, seriam adicionados ainda Finlândia (1998), Dinamarca (1999) e, parcialmente, Alemanha (2005). Com a união dos mercados, houve diminuição da concentração existente no setor até então, aumento da competitividade e diversificação das fontes de energia para cada país participante, aumentando a segurança energética de todos.<sup>xxi</sup>



**FIGURA 9.1** Capacidade máxima de transmissão e interligações congestionadas em mais de 50 % do tempo (em negrito), em 2013. Fonte: Nordic Market Report (2014).<sup>xxii</sup>

O Nord Pool opera por meio de contratos bilaterais e cada participante precisa ter como intermediário financeiro um dos bancos credenciados. Os produtores de energia declaram a quantidade que possuem para vender aos demais agentes e disponibilizam sua produção na rede energética comum a todos os participantes. Assim, os consumidores podem comprar energia proveniente de qualquer um dos países participantes, bastando apenas que o total demandado se iguale ao total ofertado.

Este mercado subdivide-se em mercado *spot* (Elspot e Elbas) e mercado financeiro (Eltermin). O Elspot é o mercado comum de energia do bloco no qual são negociados diariamente contratos de energia com entrega para o dia seguinte. O preço é definido pelo equilíbrio de oferta e demanda, sendo muito volátil. O Elbas é um mercado de ajuste que permite que as empresas geradoras reduzam seus riscos e busquem o equilíbrio de mercado antecipadamente. Isso é possível porque os participantes do Elspot anunciam com um dia de antecedência sua quantidade a ser comercializada no dia seguinte, sendo, então, a demanda conhecida. Já o Eltermin é um mercado de futuros em que os contratos podem possuir duração de até três anos. Com o contrato *forward*, os participantes podem se proteger contra a volatilidade dos preços do mercado *spot*.<sup>xxiii</sup>

O Nord Pool se tornou um grande exemplo de sucesso de mercado regional de eletricidade, sendo o maior do mundo e o local de comercialização de parcela significativa da energia produzida na União Europeia. Em 2013, ele comportava 361 empresas provenientes de 20 países distintos e foi responsável por comercializar 84 % da energia total consumida pelos países nórdicos, transacionando 493 TWh.<sup>xxiv</sup> Em 2011, a hidroeletricidade era a principal forma de energia gerada pelo bloco, sendo seguida, em ordem, pelas fontes nuclear, térmica e eólica.<sup>xxv</sup> A tabela a seguir apresenta os dados da produção de eletricidade do Nord Pool.

**TABELA 9.1**

## Produção de eletricidade nos países nórdicos, em TWh (2011)

Fonte	Dinamarca	Finlândia	Noruega	Suécia	Total	Participação
Hidrelétrica	0,0	12,3	121,4	65,8	199,4	52,9 %
Nuclear	0,0	22,3	0,0	58,0	80,3	21,3 %
Combustíveis fósseis	21,8	24,2	4,8	5,4	56,1	14,9 %
Energia eólica	8,9	0,5	1,3	6,1	16,7	4,4 %
Outras renováveis	2,4	10,5	0,0	11,2	24,1	6,4 %
<b>Total</b>	<b>33,1</b>	<b>70,4</b>	<b>127,4</b>	<b>146,4</b>	<b>377,4</b>	<b>100,0 %</b>

Fonte: Nord Pool Spot.<sup>xxvi</sup>

O sucesso do Nord Pool ajudou a criar incentivos para a formação de novos mercados integrados, como o MIBEL, que entrou em operação em julho de 2007, significando a concretização dos planos conjuntos de Portugal e Espanha de instituir um mercado regional de eletricidade. A efetivação deste projeto permitiu ao consumidor do espaço ibérico adquirir energia elétrica, em um regime de livre concorrência, produzida em qualquer um desses países. Em 2012, o MIBEL possuía um mercado com cerca de 30 milhões de consumidores, contando com consumo de 314 TWh e capacidade instalada de 109.946 MW.<sup>xxvii</sup> Em março de 2015, a

capacidade de interligação entre Portugal e Espanha alcançou cerca de 3000 MW.<sup>xxviii</sup>

Um elemento vital do MIBEL é a produção de energia com fontes renováveis, chamada de Produção de eletricidade em Regime Especial (PRE). Este é um instrumento importante no sentido em que compatibiliza a liberalização da produção de eletricidade nos países com os objetivos europeus de sustentabilidade ecológica e aumento da segurança e independência energética, uma vez que a PRE é baseada em fontes endógenas de geração de energia.

A PRE se diferencia do regime de produção ordinária e conta com legislação específica, de modo a incentivá-la. São consideradas PRE as produções de eletricidade com base em energias renováveis, resíduos, processos de cogeração e microprodução (potência instalada inferior a 5,75 MW), sendo importante destacar que as hidrelétricas de grande porte não são consideradas PRE, embora esta seja uma fonte renovável. Em novembro de 2013, 67 % da energia oferecida no mercado diário do MIBEL advieram de PRE, havendo crescimento expressivo de energia eólica. Além destes, 12 % da energia foram provenientes de fontes hídricas e 5 % de usinas nucleares,<sup>xxix</sup> constituindo uma parcela expressiva de energia limpa produzida no interior do MIBEL.

O MIBEL possui ainda muitos desafios, dentre eles a compatibilização regulatória da PRE, a superação da limitação física de transporte de energia entre os dois países e a coordenação legislativa entre Portugal e Espanha, de modo a permitir a liberalização total dos dois mercados e o alcance de um mercado regional de energia totalmente integrado.

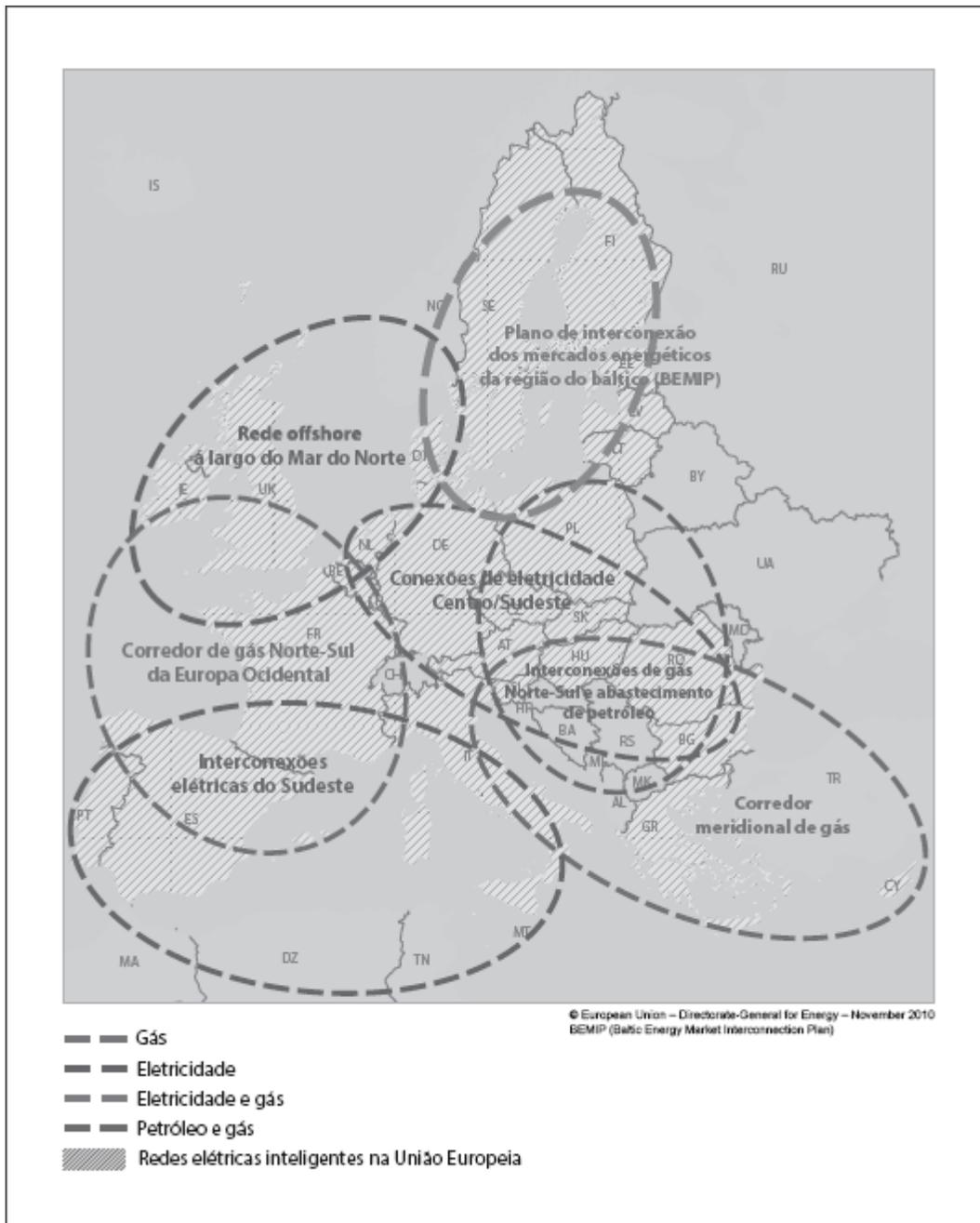
É digno de nota referenciar outros atos que foram decisivos no processo de desenvolvimento de um mercado comum para a eletricidade no continente europeu, a saber: (i) Primeira Diretiva de Eletricidade, 1996; (ii) Associação Europeia dos Operadores de Redes de Transporte (ETSO, sigla em inglês), 2002; (iii) Segunda Diretiva de Eletricidade, 2003; (iv) Grupo

de Reguladores Europeus da Eletricidade e do Gás (ERGEG, sigla em inglês), 2003; (v) O documento Estratégica da Comissão Europeia dando significativa atenção para o papel dos mercados regionais e ao desenvolvimento do mercado transfronteiriço, 2004; (vi) O relatório da Comissão de 2005 a respeito da Implementação do Mercado Interno de Gás e Eletricidade; (vii) Grupo Europeu de Reguladores da Eletricidade e do Gás (ERGEG, sigla em inglês), que lançou a Iniciativa Regional de Eletricidade (ERI, sigla em inglês), 2006; e (viii) Política Energética Europeia, 2007.

A Europa tem avançado, ainda que a passos lentos, tanto no sentido de conseguir seu objetivo maior de reduzir a dependência energética com o incentivo à utilização de fontes domésticas, quanto nas metas ambientais de redução dos gases de efeito estufa (GEE). Conforme a experiência europeia demonstra, a sustentabilidade ambiental e a utilização de recursos renováveis são medidas compatíveis com a maior necessidade energética do mundo atual.

Dessa forma, o mais recente avanço em direção à integração do Mercado de Eletricidade é o *Acoplamento* do Mercado Diário (PCR, sigla em inglês), uma iniciativa para desenvolver uma solução única de acoplamento preço a ser utilizado para o cálculo dos preços da eletricidade em toda a Europa e alocar capacidade transfronteiriça em um dia de antecedência. Esta iniciativa é fundamental para alcançar o objetivo global da UE de um mercado europeu harmonizado de eletricidade.<sup>xxx</sup>

As Figuras 9.1 e 9.2 apresentam os principais fluxos e regiões de intercâmbio de energia. Nota-se que, apesar de todo o continente apresentar área comparável aos Estados Unidos da América (EUA) e à América Latina, há uma grande complexidade de interligações, sobretudo se considerarmos a quantidade de países pertencentes à região. Para maiores detalhes, veja os Anexos 1 e 2, ao final do capítulo.



**FIGURA 9.2** Corredores prioritários para eletricidade, gás e petróleo na Europa.

Fonte: Priorities for 2020 and beyond – energy infrastructure (2011).<sup>xxxii</sup>

### 9.3.2 América do Norte<sup>xxxiii</sup>

A América do Norte possui uma rede de comércio de energia fortemente interligada. O Canadá e os EUA, em especial, possuem uma conexão

mutuamente dependente de comércio energético, constituindo a mais estreita relação entre outros dois países do hemisfério.<sup>xxxiii</sup> Em 2010, 98,4 % da energia exportada pelo Canadá foram direcionados aos Estados Unidos;<sup>xxxiv</sup> porém, muitos autores vão destacar a relação bilateral assimétrica (população, PIB, exportações).<sup>xxxv</sup>

Um exemplo desta relação ocorre no mercado de petróleo. Embora atualmente seja incentivada a diversificação de fontes, principalmente com recursos renováveis, o petróleo ainda é a *commodity* mais importante para a energia mundial. Neste cenário, a América do Norte se insere como uma das regiões com maior consumo, principalmente por conta dos EUA, cuja demanda ultrapassa a dos demais países. Em 2012, seu consumo diário alcançou 18,6 milhões de barris por dia, sendo responsável por cerca de 36 % da energia consumida no país.<sup>xxxvi</sup>

Vale notar que, de uma forma mais geral, a política energética norte-americana nos últimos 30 anos girou em torno de quatro principais pontos, a saber: (i) diversificação das fontes de abastecimento de energia; (ii) estímulo a medidas de conservação e eficiência dos combustíveis; (iii) aumento da reserva estratégica de petróleo; e (iv) dependência da Arábia Saudita para equilibrar o mercado do petróleo e moderar os preços.<sup>xxxvii</sup> É, contudo, digno de nota o fato de a grande totalidade das fontes energéticas do país decorrer do petróleo, gás natural e carvão.

Ademais, vale a pena considerar que a cooperação que existe na América do Norte aumentou consideravelmente nos anos 1990, em grande parte estimulada pelo *Tratado Norte-Americano de Livre Comércio* (NAFTA, sigla em inglês), que envolve EUA, Canadá e México; uma das principais razões para tal avanço, tal qual o europeu, se daria com a maior probabilidade de a cooperação começar por países mais desenvolvidos — e a prática comprova essa realidade.<sup>xxxviii</sup> As reuniões trinacionais para tratar de questões referentes à energia, à eletricidade e às questões regulamentares

são frequentes, reunindo não apenas altos funcionários, mas os presidentes dos EUA e do México, bem como o primeiro ministro do Canadá.<sup>xxxix</sup>

Após 2005, a dependência dos EUA por importação de petróleo começou a reduzir por diversos motivos: expansão da produção, redução do consumo (resultante da desaceleração econômica causada pela crise financeira de 2008), aumento do uso de biocombustíveis domésticos (etanol e biodiesel) e crescimento da produção de gás natural (GN).<sup>1</sup> Atualmente, no entanto, de acordo com os dados divulgados pela *Energy Information Administration* (EIA),<sup>xl</sup> o país consegue suprir cerca de 60 % de sua demanda por petróleo e derivados com produção interna.

Pelo papel vital que o petróleo possui na economia norte-americana, como estratégia para elevar sua segurança energética, os EUA buscam construir uma rede de fornecimento estável. Assim, mais da metade das importações americanas advém de países ocidentais. Seus principais fornecedores, em ordem de relevância, são Canadá, Arábia Saudita, México, Venezuela e Rússia.<sup>xli</sup>

Quase a totalidade das exportações de petróleo do Canadá é direcionada aos Estados Unidos, o que garante sua posição de principal fornecedor deste país. O Canadá detém a terceira maior reserva de petróleo do mundo — ficando atrás apenas da Arábia Saudita e da Venezuela — e abarca em sua produção a exploração de formas não convencionais, como areias betuminosas e extração em alto-mar.<sup>xlii</sup>

O setor petrolífero do Canadá é liberalizado e conta com a participação de diversas empresas, tanto nacionais quanto internacionais; tanto privadas quanto estatais. A exploração de formas e fontes não convencionais ajudou a atrair empresas de outras nacionalidades, pois isto permite que elas adquiram *expertise* tecnológica que poderá ser posteriormente utilizada na exploração de outros locais. Já ao Canadá interessa o investimento realizado por estas companhias, pois isso promove a especialização e o domínio de

novas tecnologias, impulsionando o desenvolvimento local, independentemente de a empresa ser canadense (ou não).

Embora o Canadá se destaque pela predominância de fontes renováveis em sua matriz energética, com ênfase especial para a hidroeletricidade, setor no qual está entre os três maiores produtores do mundo, o petróleo também possui grande importância. Como seu território é vasto e os amplos recursos dos quais dispõe estão distribuídos de forma desigual, o país também precisa importar parte do petróleo que consome. Suas províncias orientais possuem grandes populações e não têm reservas de petróleo compatível. Por dispor de relação privilegiada com os EUA, o Canadá supre esse déficit com importação de petróleo cru dos EUA, cuja legislação coloca muitas barreiras à exportação.

Esta relação não se limita ao petróleo. A situação de interdependência se repete com o gás natural. O Canadá também é o maior fornecedor de gás natural (GN) dos EUA. Embora o país não possua uma grande parcela das reservas mundiais de gás natural, ele conseguiu se consolidar como o terceiro maior produtor e quarto maior exportador desta *commodity* no mundo. A província de Alberta é responsável pela maior parte da produção de gás natural, cuja utilização corresponde a mais de 20 % da energia utilizada no Canadá.<sup>xliii</sup> É relevante notar que neste país a exploração e comercialização dos recursos energéticos existentes é atribuição da província na qual eles estão localizados, e não responsabilidade federal.

Segundo dados da EIA, em 2012, 25 % da energia utilizada nos EUA foram geradas a partir do GN. Sua utilização tem aumentado neste país, sendo voltada principalmente para a geração de energia elétrica e ao setor industrial. O Canadá corresponde a 90 % das importações de gás natural dos EUA, o que é feito via gasodutos que ligam ambos os mercados. Novamente, este comércio ocorre em via de mão dupla, com o Canadá também importando uma parcela de gás dos EUA, alcançando o posto de principal mercado para o qual os EUA exportam GN. Com o aumento da

produção que os EUA têm alcançado, a tendência é que sua necessidade de importação caia gradualmente.

O aumento da produção de GN dos EUA e do Canadá se relaciona principalmente com a utilização do gás de xisto. A América do Norte se distingue do restante do mundo pelo uso de óleo e gás de xisto como fontes de energia no Canadá e nos EUA, sendo estes, atualmente, os dois únicos que podem produzir energia em escala comercial a partir destes recursos. Os EUA são o segundo e o Canadá o décimo país com as maiores reservas estimadas de óleo de xisto, enquanto são, respectivamente, o quarto e quinto país com maiores reservas.<sup>xliv</sup>

O gás de xisto é gás natural não convencional que está contido em formações rochosas de xisto e que pode ser obtido por meio de um processo chamado fraturação hidráulica (*hydraulic fracturing*). Esta técnica consiste em injetar na rocha grande quantidade de água misturada com produtos químicos e areia, objetivando gerar as fraturas pelas quais o gás é liberado. Este recurso não só é mais barato do que o carvão, o que permite reduzir o custo da energia, mas também emite até 50 % menos de gases de efeito estufa, sendo considerado por muitos uma fonte de energia “ambientalmente amigável”. Entretanto, como seu uso em escala maior é relativamente novo, há muitas incertezas quanto às suas consequências, principalmente aquelas relacionadas com sua forma de extração e consumo de água.

No Canadá, a utilização comercial desta fonte de energia já ocorre, mas ainda não está em estágio tão amadurecido quanto nos EUA. O aumento de sua exploração se inseriu no contexto de aumentar a produção de gás natural, cuja extração convencional estava começando a apresentar redução. A maioria das reservas do país está concentrada na Columbia Britânica, já tendo sido achadas também em Alberta, Ontário, Quebec, Nova Escócia, Saskatchewan, Manitoba e New Brunswick.

O comércio energético entre Canadá e EUA possui uma dinâmica intensa principalmente devido à liberalização do setor nos dois países, da regulação bem definida e pela infraestrutura existente que liga ambos os mercados e permite o intercâmbio de recursos de forma mais fácil e barata. Como se pôde notar, ambos os países ora vendem, ora compram energia, suprimindo os déficits regionais e mesmo nacionais.

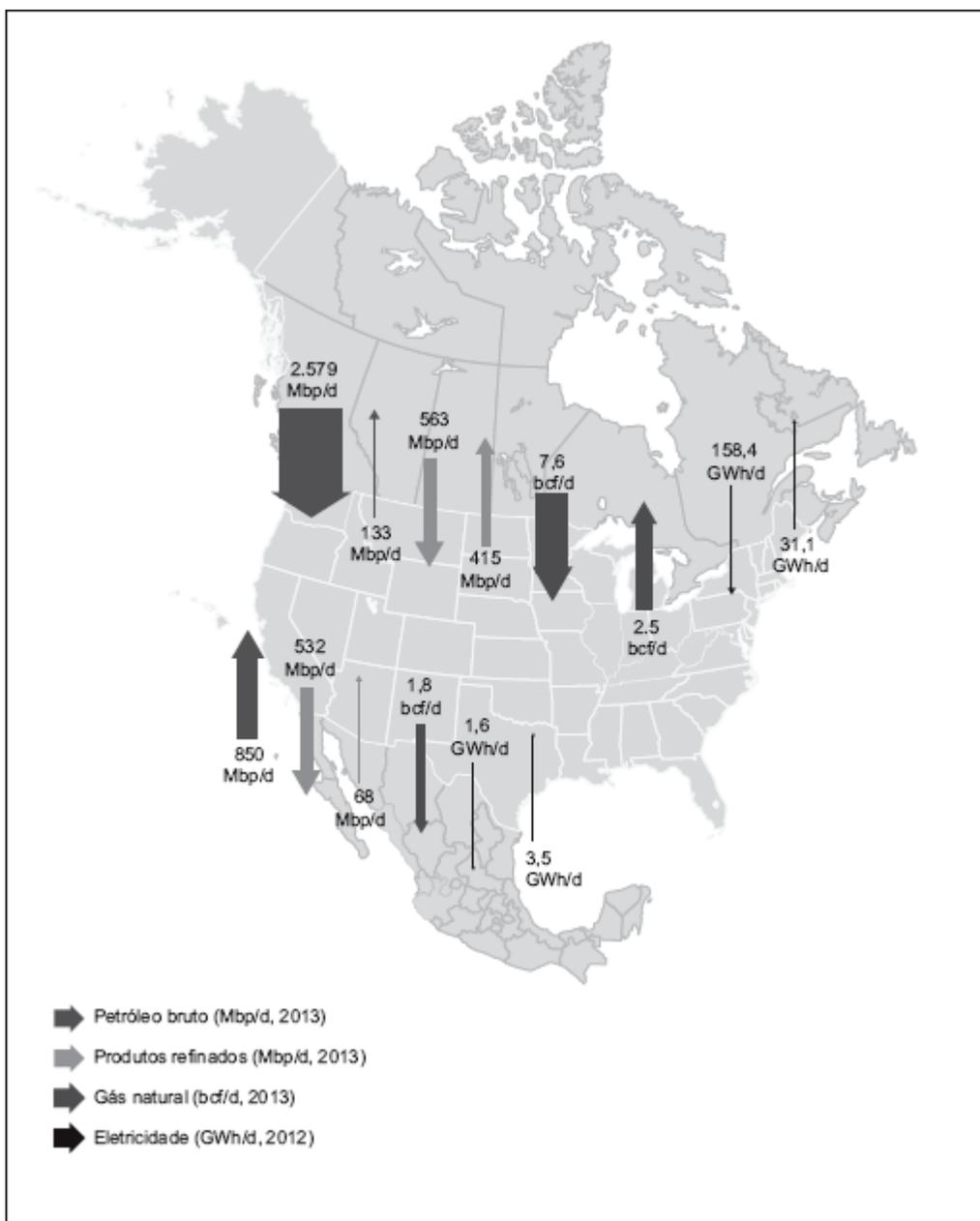
Embora esta situação permita ganhos de comércio para os dois Estados, a dependência também pode possuir suas desvantagens, sendo necessário, portanto, mitigar os potenciais riscos gerados por distúrbios na rede de consumo. O Canadá busca reduzir sua forte dependência dos EUA como mercado consumidor através do investimento nas relações comerciais com mercados emergentes asiáticos. Já os EUA diversificam sua rede de fornecedores, de modo a não ficar exposto a problemas com o fornecimento canadense.

O México se destaca enquanto produtor de petróleo, sendo um dos maiores produtores do mundo (EUA e Canadá estão entre os principais importadores). No entanto, suas reservas provadas vêm caindo, o que representa um grave problema para o país.<sup>xlv</sup> Cabe destacar, inclusive, a delicada situação da Petróleos Mexicanos (Pemex), empresa estatal de petróleo do país, que vem enfrentando problemas do ponto de vista da insuficiência de recursos. Muitos afirmam que essa situação se deve à resistência à abertura do capital ao setor privado.<sup>xlvi</sup>

No contexto da América do Norte, é importante considerar o *North American Energy Working Group*<sup>xlvii</sup> (NAEWG), de 2001, que lançou o relatório chamado *North American Natural Gas Vision*,<sup>xlviii</sup> em 2004. Porém, como se pôde perceber pela análise dos três países, existe forte concentração no uso de energias não renováveis, como petróleo, GN e carvão, além de uma forte assimetria estrutural entre os mesmos.

A Figura 9.3 destaca que a maior parte dos fluxos entre os três países corresponde a óleo cru (milhões de barris de petróleo/dia, Mbp/d) e gás

natural (bilhões de pés cúbicos/dia, bcf/d), sobretudo por parte da grande importação dos EUA. O comércio de energia entre o Canadá e os Estados Unidos domina o mercado norte-americano, mas as reformas do México proporcionam uma oportunidade para uma maior integração e comércio. De toda forma, cabe destacar que a integração do sistema energético norte-americano é do interesse de todos os países da região, à medida que expande o tamanho dos mercados de energia, cria economias de escala para atrair investimentos públicos e privados, reduz os custos de capital e reduz os custos de energia para os consumidores. Além disso, sistemas de energia em expansão também podem permitir o desenvolvimento de um *mix* mais diversificado de recursos energéticos (incluindo energias renováveis), unidades de processamento e de usos finais, aumentando a segurança energética.



**FIGURA 9.3** Fluxos energéticos na América do Norte. Fonte: QER Report (2015).<sup>xlix</sup>

### 9.3.3 América Latina

As iniciativas de integração energética na América Latina, dada a relativa abundância de recursos naturais, reduzido nível de atividade econômica e dificuldades de caráter político e institucional, foram historicamente

bastante incipientes. Os projetos de integração energética desenvolvidos constituem-se basicamente de empreendimentos bilaterais, com destaque para os grandes aproveitamentos hidrelétricos binacionais de rios fronteiriços, incluindo o mais importante projeto de integração elétrica das Américas que é a central Itaipu Binacional (entre Brasil e Paraguai). A seção será dividida em duas subseções que analisarão, respectivamente, o desenvolvimento da integração energética na América do Sul e na América Central.

### *9.3.3.1 América do Sul*

Merecem ser assinaladas também as centrais hidrelétricas de Yacyretá e Salto Grande, respectivamente projetos paraguaio-argentino e argentino-uruguaio. A esses projetos, somam-se o gasoduto Brasil-Bolívia, a interligação Colômbia-Ecuador no âmbito da Comunidade Andina de Nações (CAN), as redes de conexões elétricas que vão do Rio Grande do Sul até o Uruguai, as conexões elétricas entre a Argentina e o Chile, ou ainda, a interligação elétrica mesoamericana, entre México e América Central, com a possível incorporação da rede colombiana no futuro.

Outros projetos importantes que se encontram em estudos avançados são os de Corpus, entre a Argentina e o Paraguai, no rio Paraná, e Garabí, entre Brasil e Argentina, no rio Uruguai. Em estudos de viabilidade há, no rio Uruguai, os empreendimentos de Roncador e San Pedro, ambos em parceria do Brasil com a Argentina, e, em fase de inventário, está o projeto de Itatí-Itacorá, entre Argentina e Paraguai, no rio Paraná.

Os primeiros movimentos do processo de integração energética datam dos anos 1960, tendo como marco a criação da Comissão de Integração Energética Regional (CIER), em 1965. Esta organização internacional sem fins lucrativos criou um fórum técnico permanente para discussão do tema integração com a participação direta de profissionais das empresas do setor elétrico dos países-membros. Posteriormente, nos anos 1970, foi criada a

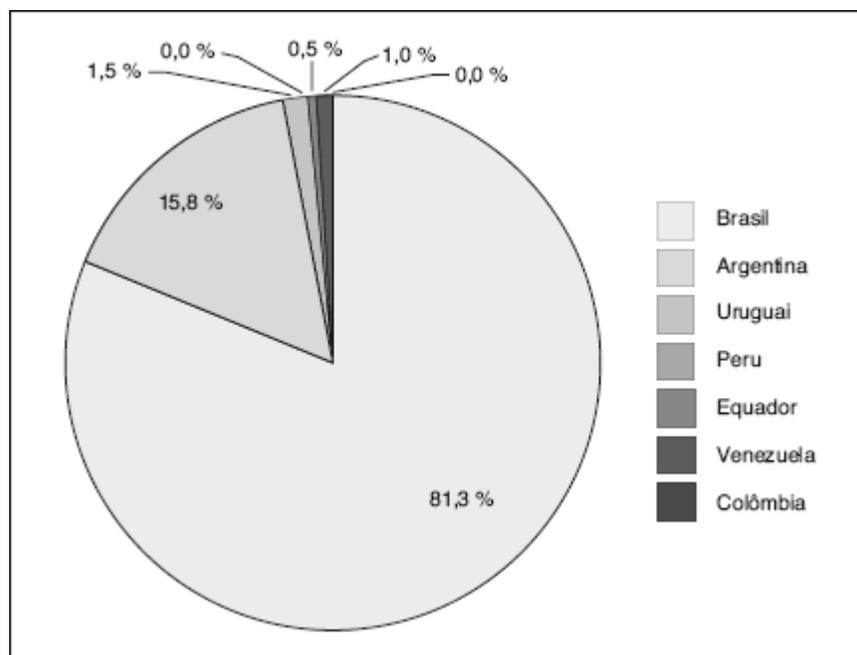
Organização Latino-Americana de Energia (OLADE), com a finalidade de realização de estudos e cooperação no setor energético, formado por Ministros de Energia dos respectivos países-membros.<sup>1</sup>

Em abril de 1965, as empresas estatais Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), do Brasil, e Usinas Eléctricas y Teléfonos del Estado (UTE), do Uruguai, firmaram convênio para intercâmbio de energia em quatro pontos da fronteira dos dois países: Livramento-Rivera, Quaraí-Artigas, Jaguarão-Rio Branco e Chuí-Chuy. Já em julho de 1965, dentro dos marcos deste convênio, foi inaugurada a primeira interligação internacional de sistemas elétricos na América do Sul, ligando as cidades de Livramento e Rivera.<sup>li</sup>

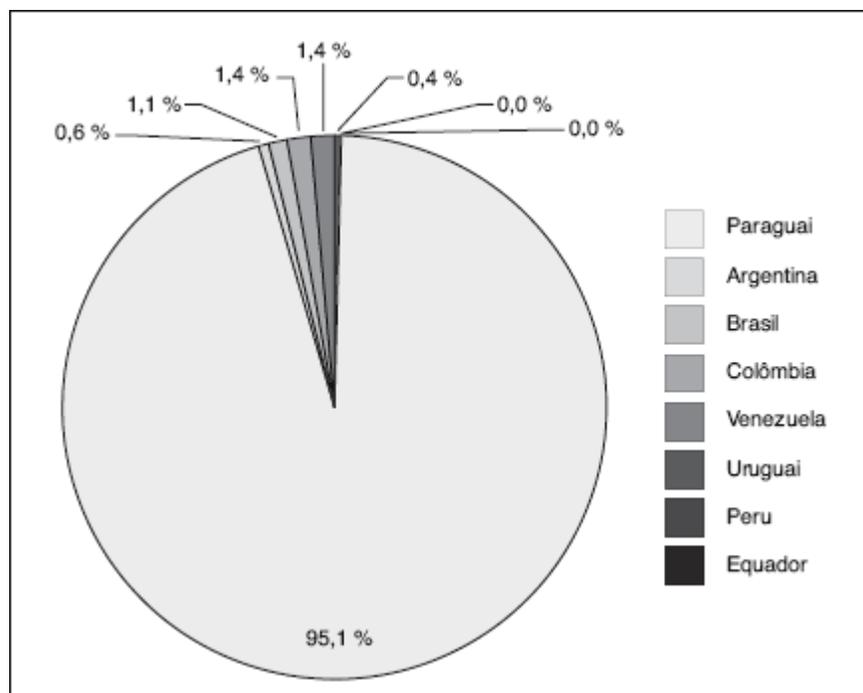
Em dezembro de 1969, a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), estatal brasileira, e a Administración Nacional de Electricidad (ANDE), estatal do Paraguai, assinaram um contrato de interligação e fornecimento de energia, da central de Acaray para o abastecimento de cidades brasileiras da região oeste do estado do Paraná. Em dezembro de 1973, a interligação foi estabelecida entre o Brasil e Paraguai fornecendo ao Brasil, via COPEL, energia da usina hidrelétrica paraguaia de Acaray, composta em sua primeira etapa de duas unidades geradoras de 45 MW operadas em 50 Hz. Em uma segunda etapa, em 1976, a usina de Acaray recebeu duas unidades adicionais de 50 MW. Essa interligação, que contava com uma conversora de frequência instalada no lado paraguaio, viabilizou a própria construção da usina.<sup>lii</sup>

Os avanços mais significativos na integração elétrica regional foram dados com a construção, a partir da década de 1970, dos grandes aproveitamentos hidrelétricos binacionais em rios fronteiriços: Itaipu, Salto Grande e Yacyretá, respectivamente empreendimentos de Brasil-Paraguai, Argentina-Uruguai e Paraguai-Argentina. Obviamente, o maior destaque deve ser dado à central hidrelétrica de Itaipu Binacional por se tratar, até bem pouco tempo, da maior hidrelétrica do mundo, representando cerca de

20 % do consumo total de eletricidade do Brasil, transformando este empreendimento no mais importante caso de sucesso de integração elétrica da América Latina.<sup>liii</sup> Além destes, as Figuras 9.4 e 9.5 evidenciam o papel dos países da América do Sul no que se refere, respectivamente, à importação e exportação de energia elétrica.



**FIGURA 9.4** Participação por país na importação de energia elétrica na América do Sul (2012). Fonte: sieCIER (2013).



**FIGURA 9.5** Participação por país na exportação de energia elétrica na América do Sul (2012). Fonte: sieCIER (2013).

Já as Tabelas 9.2 e 9.3 apresentam diversos projetos de interligações elétricas na região. A Tabela 9.3, especificamente, ressalta as principais interligações entre os países da América do Sul. Mais recentemente, estudos têm sido realizados com o objetivo de construir, em uma perspectiva de integração elétrica, usinas no Peru, Bolívia, Argentina e Guianas.

**TABELA 9.2**

Centrais elétricas na América do Sul (Mercosul)

Referência*	Países	Denominação	Rio	Capacidade instalada (MW)	Observações
A	BR-PY	Itaipu	Paraná	14.000	Em operação
B	AR-UY	Salto Grande	Uruguai	1.890	Em operação

C	AR-PY	Yacyretá	Paraná	3.200	Em operação
D	AR-BR	Garabí	Uruguai	1.500	Em estudo
E	AR-PY	Corpus	Paraná	3.400	Em estudo

\* Veja a Figura 9.6.

Nota: AR = Argentina; BR = Brasil; PY = Paraguai; UY = Uruguai.

Fonte: sieCIER (2013).

**TABELA 9.3**

Intercâmbio de energia entre países, em GWh (2012)

		Exportador								Total das importações
		AR	BR	CO	EQ	PY	PE	UY	VE	
Importador	AR		79	—	—	7.646	—	194	—	7.919
	BR	—		—	—	40.116	—	—	705	40.721
	CO	—	—		7	—	—	—	—	7
	EQ	—	—	236		—	2	—	—	238
	PE	—	—	—	5	—		—	—	5
	UY	279	463	—	—	—	—		—	742
	VE	—	—	478	—	—	—	—		478
Total das exportações		279	542	714	12	47.662	2	194	705	50.110

Nota: AR = Argentina, BO = Bolívia, BR = Brasil, CO = Colômbia, CL = Chile, EQ = Equador, PY = Paraguai, PE = Peru; UY = Uruguai; VE = Venezuela.

Fonte: sieCIER (2013).

Para maiores detalhes, veja os Anexos 3, 4 e 5, que apresentam, respectivamente, as principais interligações elétricas na América do Sul, a

rede de gasodutos e reservas de gás natural na América do Sul, e os principais gasodutos da região.

Ainda no contexto da América do Sul, é necessário mencionar a Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana (IIRSA), que foi constituída durante a Primeira Reunião de Presidentes da América do Sul em Brasília, em 2000, e envolve 12 países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela). A iniciativa possui três áreas principais de atuação em que uma delas é a energética,<sup>liv</sup> e as demais de transporte e telecomunicações. Vale ressaltar que apenas 11,5 % da composição setorial dos projetos estão associados à área de energia, dos quais aproximadamente US\$ 13 bilhões (25,5 %) têm relação com projetos de integração regional (harmonização regulatória e interligações energéticas).<sup>lv</sup>



**Frequência da voltagem**

○ 60 Hz  
● 50 Hz

**Referências:**

- Interligação em operação
- Interligação em construção
- Interligação em projeto/estudo
- ▲ Central hidrelétrica em operação
- ▲ Central hidrelétrica em projeto/estudo

**FIGURA 9.6** Centrais e interligações elétricas internacionais na América do Sul.

Fonte: sieCIER (2013).

Dessa forma, percebe-se que, embora a IIRSA seja uma iniciativa integracionista no subcontinente sul-americano, no que se refere à questão da integração energética muito ainda precisa ser avançado. A maior parte dos projetos relaciona-se à expansão da capacidade (geração) e pouco tem a ver com adaptação e harmonização do marco regulatório desses países, tampouco com a construção de novas interligações energéticas. Relativamente às fontes de financiamento, percebemos que ainda existe uma relevância muito significativa dos agentes privados, o que indica um escasso papel do setor público na condução e envolvimento em tais projetos.<sup>lvi</sup>

Estudos recentes indicam que a integração elétrica entre os países do MERCOSUL e da UNASUL, como um todo, otimizam a geração de eletricidade regional, substituindo a necessidade de expandir capacidade instalada na região, reduzindo a intervenção humana sobre a geografia regional e, conseqüentemente, mitigando as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

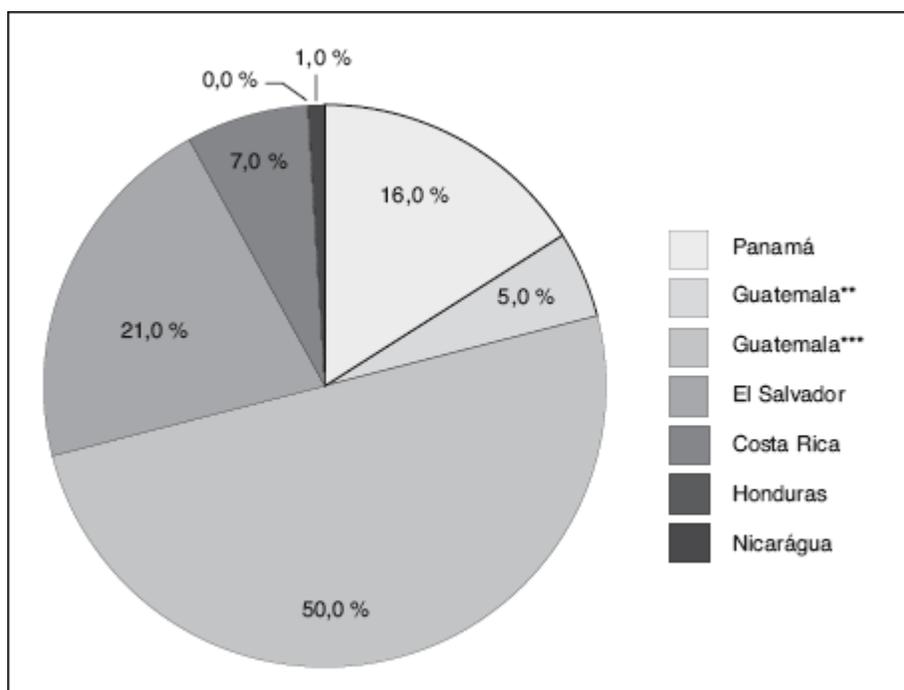
### *9.3.3.2 América Central*

Uma experiência que não poderia ser excluída desta análise é o Sistema de Interconexão Elétrica dos Países da América Central (SIEPAC). O projeto SIEPAC consiste no desenvolvimento do primeiro sistema de transmissão elétrica regional que reforça a rede elétrica dos países da América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua, Costa Rica e Panamá). A linha SIEPAC se conecta às redes nacionais de cada país por meio de uma linha de transmissão de 1.830 km de extensão de 230 kV e 28 baías de acesso em 15 subestações.

O Projeto tem dois objetivos principais: (i) apoiar a formação e consolidação progressiva de um Mercado Elétrico Regional (MER)

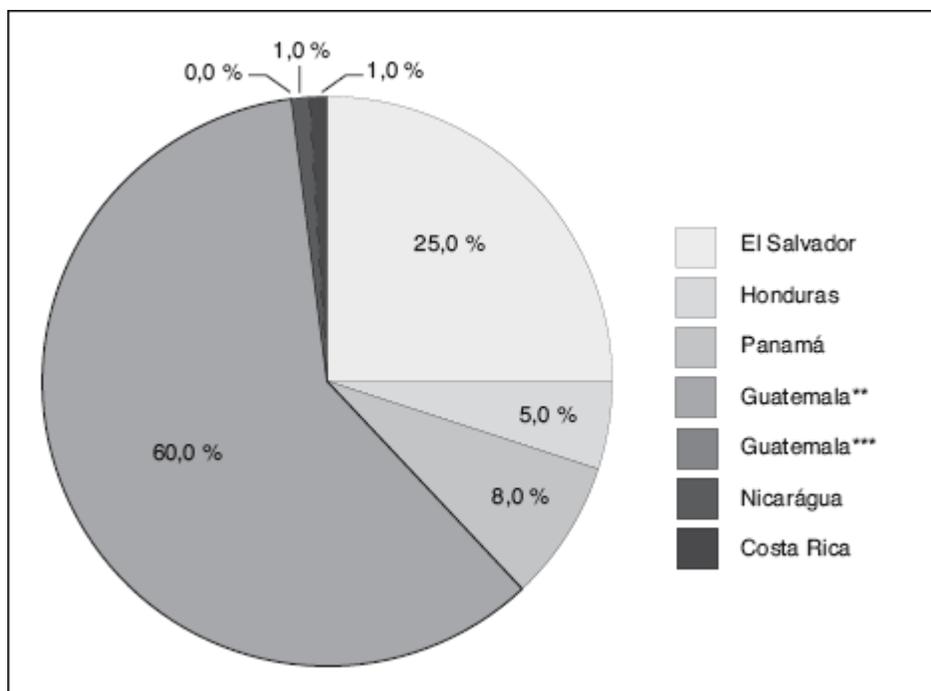
mediante a criação e estabelecimento de mecanismos legais, institucionais e técnicos apropriados, que facilitem a participação do setor privado no incremento da capacidade de geração elétrica; e (ii) estabelecer a infraestrutura de interligação elétrica (linhas de transmissão, equipamentos de compensação e subestações) que permita os intercâmbios de energia elétrica entre os participantes do MER.

Os principais benefícios do projeto são o uso ótimo dos recursos energéticos da região e da infraestrutura elétrica; alcançar o planejamento regional dos investimentos em geração; a diversificação da matriz energética de cada país; a utilização de excedentes de energia; e a melhora da qualidade e confiabilidade do suprimento. Vale destacar que a região contém reservas de energia exploradas, em particular energia hidrelétrica. No entanto, o desenvolvimento em grande escala está paralisado pela extensão dos mercados de cada país e pela falta de integração adequada.



**FIGURA 9.7** Participação por país na oferta de energia elétrica no MER\* (2012). \*e exportações para o México; \*\*com México; \*\*\*com MER.

Fonte: sieCIER (2013).



**FIGURA 9.8** Participação por país na demanda de energia elétrica no MER\* (2011). \*e importações do México; \*\*com México; \*\*\*com MER

Fonte: sieCIER (2012).

A construção da linha é responsabilidade da Empresa Proprietária da Rede (EPR), que compreende a participação de empresa de serviços públicos e empresas de transmissão dos seis países participantes e de capital privado (ISA, da Colômbia; ENDESA, da Espanha; e CFE, do México). O investimento previsto para a construção da linha é de US\$ 494 milhões, financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) e bancos regionais.<sup>lvii</sup>

A tabela e a figura a seguir apresentam informações detalhadas acerca das principais centrais elétricas da América Central.

**TABELA 9.4**

**Principais centrais elétricas da América Central**

Ref.	Região/ Países	Localização	Tensões	Potência	Observações
------	-------------------	-------------	---------	----------	-------------

1	SIEPAC	Sistema de Transmissão Regional (1800 km)	230 kV	300 MW	Em construção*
2	GT-MX	S.E. Brillantes – S.E. Tapachula (101 km: 71 km na GT e 30 km no MX)	400 kV / 230 kV	200 MW	Em operação
3	COPA	Cerromatoso – Panamá	—	300 MW	Em estudo

\* 94 % finalizados em novembro de 2012.

Notas: GT = Guatemala; MX = México; CO = Colômbia; PA = Panamá.

Fonte: sieCIER (2013).



**FIGURA 9.9** Interligações internacionais e SIEPAC. Fonte: Ente Operador Regional (EOR).<sup>lviii</sup>

O componente regulatório e institucional está sendo realizado por uma Unidade Executora ligada ao organismo regional de integração, coordenação e cooperação do setor elétrico, chamado Conselho de Eletrificação da América Central (CEAC). De acordo com informações da EPR,<sup>lix</sup> a linha SIEPAC apresentava, em outubro de 2013, um avanço geral de 96,6 % em sua construção e operação e já foram finalizados 100 % dos trechos da rede localizados na Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua e Panamá. A porcentagem restante do projeto, que ainda falta concluir, corresponde ao trecho que une as subestações na Costa Rica, o qual se encontra atrasado devido a conflitos em relação à área de servidão. Este trecho possui uma extensão de 136 km, dos quais faltam construir 36 km.

## 9.4 CONCLUSÕES

Após a leitura do capítulo, espera-se ter esclarecido ao leitor os principais pontos que têm de ser levados em consideração quando se trata de integração energética. Diferentemente de intercâmbios comerciais e de acordos de cooperação descompromissados de curto prazo, a integração energética lida com questões relacionadas a investimentos físicos, temas políticos e planejamento participativo de médio/longo prazo. Aqui, destacamos as relações transversais entre esse eixo da integração e a promoção do desenvolvimento regional.

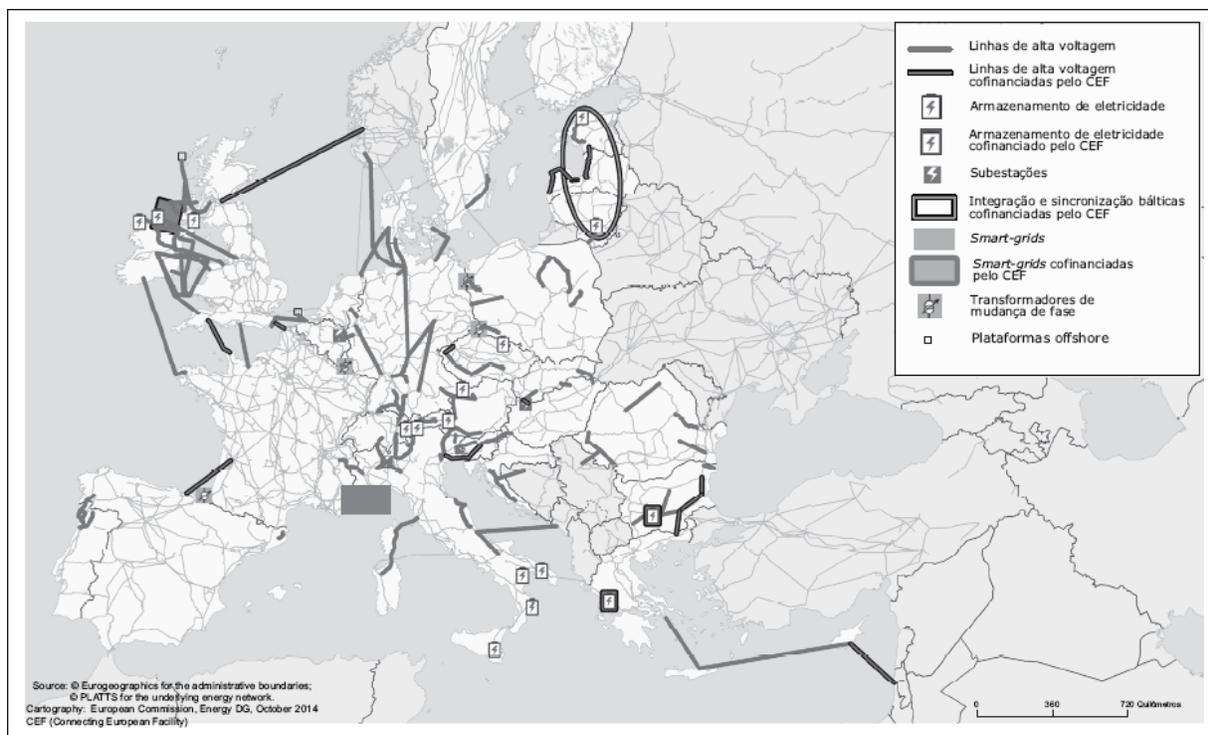
Foram analisados diversos estudos de caso, como o europeu, da América do Norte e da América do Sul e Central. Como se pôde perceber, no caso do NAFTA existe forte concentração no uso de energias não renováveis, como petróleo, GN e carvão, além de uma forte assimetria estrutural entre os mesmos. Contudo, vale destacar a existência de gasodutos entre EUA e Canadá. Por sua vez, na América Latina a existência de malha física elétrica e de gás entre os diferentes países evidencia uma maior preocupação com a infraestrutura física e técnica, bem como maior alinhamento ao uso das energias renováveis.

Em suma, vale destacar a relevância do interesse político, bem como a relevância das instituições e dos diferentes agentes (privados, públicos, sociedade civil, ONGs, bancos etc.) na definição dos projetos que não apenas apresentem melhor custo-benefício para a região, mas que, sobretudo, respeitem o meio ambiente e as populações locais. Acima de tudo, é necessário estar, de fato, comprometido com o desenvolvimento regional de longo prazo, desatrelando-se dos resultados imediatistas e especulações de curto prazo.

# ANEXO 1



## Interligações: eletricidade e *smart grids* na Europa

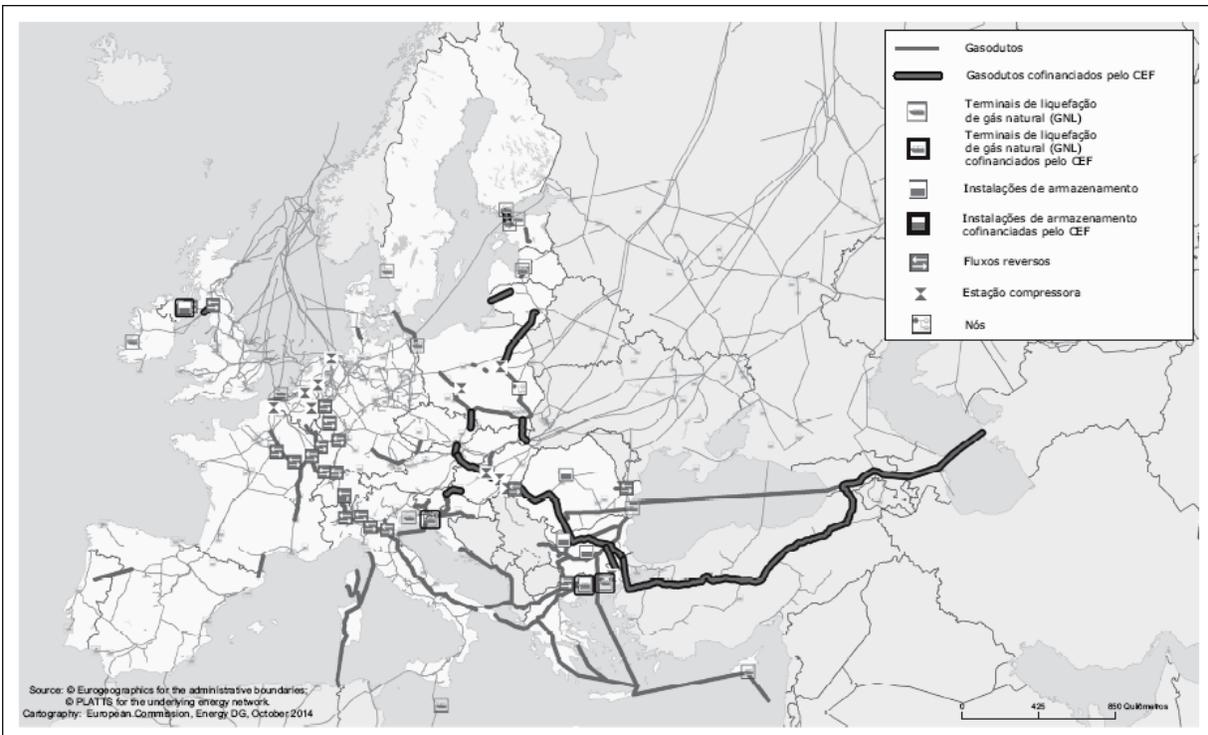


Fonte: Eurogeographics (2014).<sup>lx</sup>

## ANEXO 2

A

### Interligações: gás natural na Europa



Fonte: Eurogeographics (2014).<sup>lxi</sup>

## ANEXO 3

A

### Principais interligações elétricas na América do Sul

Referência*	Países	Localização	Tensão (kW)	Potência (MW)	Status
-------------	--------	-------------	----------------	------------------	--------

1	COVE	Cuestecita - Cuatricentenario	230	150	Em operação (60 Hz)
2	COVE	Tibú - La Fría	115	36/80	Em operação (60 Hz)
3	COVE	San Mateo - El Corozo	230	150	Em operação (60 Hz)
4	COPA	Cerromatoso - Panamá	—	300	Em estudo
5	COEQ	Pasto - Quito	230	250	Em operação (60 Hz)
6	COEQ	Jamondino - Pomasqui	230	250	Em construção (60 Hz)
7	COEQ	Ipiales - Tulcán	138	35/113	Em operação (60 Hz)
8	EC-PE	Machala - Zorritos	230	110	Em operação (60 Hz)
9	BR-VE	Boa Vista - El Guri	230/400	200	Em operação (60 Hz)
10	BO-PE	La Paz - Puno	230/220	150	Em estudo

					(50/60 Hz)
11	BR-PY	Saídas da Central Itaipu	500/220	14.000	Em operação (60/50 Hz)
12	BR-PY	Foz do Iguazu - Acaray	220/138	50	Em operação (60/50 Hz)
13	AR-PY	El Dorado - Marechal A. López	220/132	30	Em operação (50 Hz)
14	AR-PY	Clorinda - Guarambaré	132/220	80/90	Em operação (50 Hz)
15	AR-PY	Saídas da Central Yacyretá	500	3.200	Em operação (50 Hz)
16	AR-BR	Rincón S. M. - Garabi	500	2.000/2.200	Em operação (50/60 Hz)
17	AR-BR	P. De los Libres - Uruguaiana	132/230	50	Em operação (50/60 Hz)
18	AR-UY	Salto Grande - Salto Grande	500	1.890	Em operação (50 Hz)
19	AR-UY	Concepción – Paysandú	132/150	100	Operação em emerg. (50 Hz)

20	AR-UY	Colonia Elia - San Javier	500	1.386	Em operação (50 Hz)
21	BR-UY	Livramento - Rivera	230/150	70	Em operação (60/50 Hz)
22	BR-UY	Pte. Médice - San Carlos	500	500	Em construção (60/50 Hz)
23	AR-CL	C. T. TermoAndes - Sub. Andes	345	633	Em operação (50 Hz)

\* Ver Figura 9.6.

Notas: AR = Argentina, BO = Bolívia, BR = Brasil, CO = Colômbia, CL = Chile, EQ = Equador, PY = Paraguai, PE = Peru; UY = Uruguai; VE = Venezuela.

Fonte: sieCIER (2013).

## ANEXO 4

A

# Rede de gasodutos e reservas de gás natural na América do Sul



**CARIACO-PARIA**  
**MARACAIBO** (Balcena, Falcon, Caracas, Margarita, Gútrico-Oriente, Golfo de Paria, Morón, Anaco, Puerto Ordaz)

**FALCON**  
**BOGOTÁ** (Barranquilla, Cartagena, Maracabé, Casigua, La Fria, Ule, El Piña, Bucaramanga, B. Bermeja, Mariquita, Cali, Pitalito, Neiva)

**QUITO**  
**EQUADOR**

**VENEZUELA**

**COLOMBIA**

**URUCU** (Coari, Manaus, Urucu)

**PARÁ-MARANHÃO**

**BRASIL**

**POTIGUAR** (Fortaleza, Natal)

**SERGIPE - ALAGOAS**

**CAMAMU-ALMADA** (Recife, Salvador)

**PERU**

**CAMISEA** (Lima, Pisco)

**BOLÍVIA**

**FOOTHILLS BOENERANG** (La Paz, Cochabamba, Rio Gde., San Matias, Cuiabá)

**SÃO FRANCISCO** (Brasília, Belo Horizonte)

**TARJAYO** (Potosí, Tarija, Yacuma, Madrejones, Durán, Tucumán, Córdoba, Cuzco, Belm, Zornero)

**PARAGUAI**

**ESPÍRITO SANTO**

**CAMPOS**

**NOROESTE** (Tocopilla, Mejillones)

**URUGUAI** (Assunção, Ciudad del Este, Posadas, Resistencia, P. de los Libres, Uruguaiana)

**SANTOS**

**CHILE**

**ARGENTINA**

**CUYANA** (Quilota, La Mora)

**NEUQUÉN** (Rosario, Bahía Blanca)

**SAN JORGE**

**AUSTRAL** (El Condor, Posesión, Pta. Dungeness, Cabo Negro, Bandurrias, San Sebastián)

**URUGUAI**

Fonte: sieCIER (2013).

A

## ANEXO 5

### Principais gasodutos na América do Sul

Referência	Países	Gasoduto	Diâmetro	Capacidade (mm <sup>3</sup> /dia)	Status
1	AR-CL	San Sebastián - Pta. Arenas (Bandurria)	10"	4	Em operação
2	AR-CL	Batería de Recepción 7 - T. del Fuego	6"	1,5	Em operação
3	AR-CL	Pta. Dungeness - C. Negro (Dungeness)	8"	2	Em operação
4	AR-CL	El Condor - Posesión	12"	2	Em operação
5	AR-CL	Pta. Magallanes - Posesión	18"	1	Em operação

6	AR-CL	L. La Lata - Concepción (Gas Pacífico)	24"-20"	3,5	Em operação
7	AR-CL	La Mora - Santiago (Gasandes)	24"	10	Em operação
8	AR-CL	Cnel. Cornejo - Mejillones (Gasatacama)	20"	9	Em operação
9	AR-CL	Gasod. Norte - Tocopilla (Norandino)	20"	8,5	Em operação
10	AR-BO	Ramos - Bermejo	13"	1,2	Existente
11	AR-BO	Campo Durán - Madrejones	24"	7	Existente
12	AR-BO	Miraflores - Tupiza (Puna)	—	—	Em projeto
13	AR-BR	Cnel. Cornejo - S. Paulo	—	—	Em projeto
14	AR-BR	Aldea Brasileira - Uruguiana	24"	10 / 15	Em operação

15	AR-UY	Gto. Entrerriano - Paysandú (Del Litoral)	10"	1	Em operação
16	AR-UY	Gto. Entrerriano - Casa Blanca	16"	5 / 2	Existente
17	AR-UY	Buenos Aires - Montevideú (C. del Sur)	24"	6	Em operação
18	BO-BR	Rio Grande - S. Paulo	32"	30	Em operação
19	BO-BR	Rio Grande - Cuiabá (Gasbol)	18"	2,8	Em operação
20	CO-VE	Est. Ballena - Maracaibo	18"	4,2	Em operação

\* Ver Figura 9.6.

*Notas:* AR = Argentina, BO = Bolívia, BR = Brasil, CO = Colômbia, CL = Chile, EQ = Equador, PY = Paraguai, PE = Peru; UY = Uruguai; VE = Venezuela.

Fonte: sieCIER (2013).

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

- **Integração econômica regional:** ajustamento recíproco entre Estados vizinhos de modo a se formar um grupo coeso que privilegie os

interesses e valores da região. Busca a diminuição progressiva das barreiras comerciais, mantidas entre os Estados participantes, até a eliminação das mesmas, para propiciar um intercâmbio que fortaleça economicamente a região, criando condições mais favoráveis para o relacionamento com o resto do mundo.

- **Integração energética:** processo de interconexão estratégica das redes de energia em vias internacionais, que permite, sob um marco regulatório comum e serviços apropriados, sua circulação ágil e eficiente dentro de determinado espaço de integração, como, por exemplo, a Associação Latino-americana de Integração (ALADI). Trata-se de um processo complexo e de longo prazo que reúne não somente aspectos técnicos relacionados às fases de exploração e distribuição dos recursos, como também a definição de políticas orientadas à harmonização dos marcos regulatórios próprios do mercado energético.
- **Matriz energética:** é a soma de todas as formas de energia produzidas pela sociedade, incluindo a energia elétrica, mas também combustíveis para transporte, uso residencial e industrial, entre outros. A matriz energética brasileira é composta por recursos renováveis, biocombustível, como madeira e álcool, hidrelétricas, carvão mineral, gás natural, urânio, petróleo e derivados.
- **Recurso renovável:** fonte energética constante ou ciclicamente renovada pela natureza, como, por exemplo, as fontes solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica, biomassa, entre outras.
- **Recursos não renováveis:** recursos energéticos esgotáveis. Esses recursos, uma vez utilizados, não podem ser renovados à escala da vida humana. Um exemplo seria o dos combustíveis fósseis, responsáveis pela maior parte da energia consumida pelo homem.

## QUESTÕES

- 9.1 Quais os benefícios e impactos da integração energética?
- 9.2 Identifique algumas premissas de políticas energéticas que devem ser assumidas para o desenvolvimento da integração energética.
- 9.3 Apresente algumas dificuldades no processo de integração energética.
- 9.4 Qual a experiência mais conhecida de integração energética na Europa?
- 9.5 Identifique as principais iniciativas de integração elétrica na América Latina.

## LEITURA COMPLEMENTAR

- COSIPAN. *Carteira de proyectos COSIPLAN 2011*. IIRSA, 2011. Disponível em: [http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/lb11\\_completo\\_baja.pdf](http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/lb11_completo_baja.pdf). Acesso em: 13 mar. 2014.
- JONES, L. *Renewable energy integration: practical management of variability, uncertainty, and flexibility in power grids*. Academic Press, 1. ed. 2014.
- SANTOS, T. A. Critical Deconstruction of Myths and Misunderstandings about Energy Integration in South America. *SimpoRI: Regionalismos e Lideranças Regionais*, UERJ: Rio de Janeiro, 2014.
- SANTOS, T.; SANTOS, L.; OLIVEIRA, C. Energy Security and Binational Cooperation: a Case Study of the Itaipu Dam. *Integration & Trade Journal – Revista Integración & Comercio*, n. 36, v. 17, jan.-jun. 2013. p. 105-115.
- SANTOS, T. *Regional energy security: re-evaluating concepts and policies to promote energy integration in Mercosur*. Tese (doutorado),

PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

VÉLEZ, J. A. O. *Condições econômicas e institucionais para a integração energética na América do Sul*. Dissertação de Mestrado em Economia: IE/UFRJ, 2005.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i Se levarmos em conta “o caminho” percorrido entre Acordo de Tarifas Especiais, Zona/Área de Livre Comércio (ZLC ou ALC), União Aduaneira (UA), Mercado Comum, União Econômica, União Monetária, União Econômica e Monetária, União Econômica Completa e União Política. Não faz parte do escopo deste capítulo apresentar as críticas pertinentes à essa simplificação metodológica etapista. Para maiores informações, ver VALERIO, A. S. Tipologia dos blocos de integração. *Jus Navigandi*, 2008. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/11214/tipologia-dos-blocos-de-integracao>. Acessado em: 05 nov. 2014.
- ii COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). Physical Infrastructure and Regional Integration. *FAL Bulletin*, Issue n. 280, n. 12, 2009.
- iii SANTOS, T. *Integração energética da América do Sul: desdobramentos do desenvolvimento institucional*. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Instituto de Relações Internacionais, 2014.
- iv BIATO, M.; CASTRO, N. J. Integração regional na América do Sul e o papel da energia elétrica. GESEL/IE/UFRJ, *Texto de Discussão do Setor Elétrico*, n. 32, 2011.
- v Para essa discussão, aprofundar a análise das teorias (neo)funcionalistas e intergovernamentalistas.
- vi YERGIN, D. Ensuring Energy Security. *Foreign Affairs*, mar.-apr. 2006.
- vii WEINTRAUB, S. Introdução. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação Energética nas Américas*:

- entraves e benefícios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 1-40.
- viii CASTRO, N.; LEITE, A. L. da S.; ROSENTAL, R. Integração Energética: Uma análise Comparativa entre União Europeia e América do Sul. GESEL/IE/UFRJ, *Texto de Discussão do Setor Elétrico*, n. 48, 2012.
- ix CRUZ, V. Padrões Regulatórios e Segurança Jurídica na América do Sul: uma análise do setor de energia elétrica. *Estudo e Cenários*, Observatório Político Sul-Americano (OPSA), IUPER/UCAM, ago. 2007.
- x SANCHEZ, F. Integración Energética. In: PARLATINO COMMISSION DE MINERIA Y ENERGIA. Caracas: *División de Recursos Naturales e Infraestructura*, CEPAL, 2006.
- xi SANTOS, T. *Integração energética da América do Sul: desdobramentos do desenvolvimento institucional*. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Instituto de Relações Internacionais, 2014.
- xii Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA) Reflexões sobre a Integração Energética na América Latina. In: *XIII Simpósio Jurídico ABCE*. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://abce.locaweb.com.br/xiii/downloads/fernando\\_rojas.pdf](http://abce.locaweb.com.br/xiii/downloads/fernando_rojas.pdf)>. Acesso em: maio 2014. Ver também MARIANO, M. P.; MARIANO, K. I. P. As teorias de integração regional e os Estados subnacionais. *Impulso*, n. 31, 2003. p. 47-70.
- xiii FRAZÃO, A. *Energia e Interdependência: A União Europeia e a Rússia no jogo energético europeu*. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011. Disponível em: [https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/17861/2/Ant-%C3%B3nio%20Fraz%C3%A3o\\_Energia%20e%20Interdepend%C3%Aancia.%20a%20Uni%C3%A3o%20Europeia%20e%20a%20R%C3%BAssia%20no%20jogo%20energ%C3%A9tico%20europeu.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/17861/2/Ant-%C3%B3nio%20Fraz%C3%A3o_Energia%20e%20Interdepend%C3%Aancia.%20a%20Uni%C3%A3o%20Europeia%20e%20a%20R%C3%BAssia%20no%20jogo%20energ%C3%A9tico%20europeu.pdf). Acesso em: 20 jan. 2014

- xiv A Rússia detém as maiores reservas de gás natural do mundo, é a segunda maior exportadora de petróleo e sétima maior detentora de reservas do mundo. Ver: SANTOS, T.; VARELA, I.; TEIXEIRA, J. V.; BETZLER, R. *Economia política da energia: o gás natural russo e a dependência europeia*. III Encontro Brasileiro de Estudos Estratégicos e Relações Internacionais, 2016.
- xv Daí a necessidade de a cooperação/integração energética se dar sob bases institucionais sólidas de médio/longo prazo.
- xvi CASTRO, N.; LEITE, A. L.; ROSENTAL, R. *Integração Energética: uma Análise Comparativa entre União Europeia e América do Sul*. 2012. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, GESEL. *Texto de Discussão do Setor Elétrico* n. 48. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/TDSE48.pdf>. Acessado em: 06 fev. 2014.
- xvii SILVA, P. P. *O sector da energia eléctrica na União Europeia: evolução e perspectivas*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2007.
- xviii Estavam presentes no Livro Verde (*Green Paper – Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply*), 2000.
- xix BALIZA, P.; PEREIRA, P.; PIMENTA, P. *O MIBEL no Plano Estratégico Energético Europeu*. Trabalho de Licenciatura no curso do Instituto Superior de Economia e Gestão na Área Temática de Economia Industrial e Empresa. Lisboa: 2010. Disponível em: <http://www.erse.pt/pt/imprensa/noticias/2010/Documents/-Pr%C3%A9mio%20ERSE/-O%20MIBEL%20NO%20PLANO%20ESTRAT%C3%89GICO%20ENERG%C3%89TICO%20EUROPEU.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2014.
- xx Ver <http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2014/06/Nordic-Market-Report-2014.pdf>.
- xxi NORD POOL. *Nord Pool Spot as Annual Review 2013*. Oslo: Nord Pool, 2013.

- Ver <http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2014/06/Nordic-Market-Report-2014.pdf>.
- xxii
- xxiii ARAÚJO, J. L. (Org.). *Diálogos da energia: reflexões sobre a última década, 1994-2004*. Rio de Janeiro: 7Letras, 2005.
- xxiv Ver [http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Annual-report/annual-report\\_Nord-Pool-Spot\\_2013.pdf](http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Annual-report/annual-report_Nord-Pool-Spot_2013.pdf).
- xxv TEIXEIRA FILHO, J. *Integração energética na América Latina: o paradigma Nord Pool e a realidade sul-americana – Argentina, Brasil e Paraguai*. Monografia do Curso de Pós-Graduação Análise Econômica do Setor Elétrico – Integração Energética da América Latina. Rio de Janeiro – IE/UFRJ, 2010.
- xxvi NORD POOL SPOT. *Nordic Production Split 2004-2011*. Nord Pool Spot, 2013. Disponível em: [www.nordpoolspot.com](http://www.nordpoolspot.com).
- xxvii TEIXEIRA, E. *Energias renováveis e o mercado ibérico*. 1 jun. 2012, ERSE. Disponível em: [http://www.relop.org/eventos/Documents/V\\_Conferencia/Eduardo%20Teixeira\\_ERSE\\_01062012.pdf](http://www.relop.org/eventos/Documents/V_Conferencia/Eduardo%20Teixeira_ERSE_01062012.pdf).
- xxviii Relatório Mensal do MIBEL – março de 2015, ERSE. Disponível em: [http://www.erse.pt/pt/mibel/relatoriosmensais/2015/Comunicados/BM\\_MIBEL\\_201503\\_PT.pdf](http://www.erse.pt/pt/mibel/relatoriosmensais/2015/Comunicados/BM_MIBEL_201503_PT.pdf).
- xxix Relatório Mensal do MIBEL – nov. 2013, ERSE. Disponível em: <http://www.mibel.com/index.php?mod=documentos&mem=actual&cat=flash>.
- xxx NORD POOL SPOT. North-Western Europe Price Coupling. Disponível em: <http://www.nordpoolspot.com/How-does-it-work/European-Integration/Price-coupling-of-regions/>.
- xxxi Ver [http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2011\\_energy\\_in\\_frastructure\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2011_energy_in_frastructure_en.pdf).
- xxxii Ver <http://www.beg.utexas.edu/energyecon/documents/naep.pdf>.

- xxxiii HESTER, A.; WEINTRAUB, S. Canadá. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação Energética nas Américas: entraves e benefícios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 70-103.
- xxxiv Ver <http://www.nrcan.gc.ca/publications/statistics-facts/1239>.
- xxxv Situação similar se dá com a Itaipu Binacional, entre o Brasil e o Paraguai.
- xxxvi Ver [http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/article/foreign\\_oil\\_dependence.cfm](http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/foreign_oil_dependence.cfm).
- xxxvii VERRASTRO, F. Estados Unidos. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação energética nas Américas: entraves e benefícios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 41-69.
- xxxviii WEINTRAUB, S. Introdução. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação energética nas Américas: entraves e benefícios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 1-40.
- xxxix DUKERT, J. M. América do Norte. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação energética nas Américas: entraves e benefícios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 128-160.
- xl Ver [http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/article/foreign\\_oil\\_dependence.cfm](http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/foreign_oil_dependence.cfm).
- xli Ver [http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/article/foreign\\_oil\\_dependence.cfm](http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/foreign_oil_dependence.cfm).
- xlii Ver [http://www.electricity.ca/media/pdfs/CanadaUS/3032\\_NAEE06\\_eng-2.pdf](http://www.electricity.ca/media/pdfs/CanadaUS/3032_NAEE06_eng-2.pdf).
- xliii Ver <http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/Canada/canada.pdf>.
- xliv Ver <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=11611>.
- xlv WEINTRAUB, S.; DE CASTRO, R. F. México. In: WEINTRAUB, S.; HESTER, A.; PRADO, V. R. (Org.). *Cooperação Energética nas*

*Américas: entraves e benefícios.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 104-127.

- xlvi Diferentemente do que ocorre no caso brasileiro, com a Petrobras.
- xlvii Grupo de Trabalho Norte-Americano para a Energia.
- xlviii Visão Norte-Americana do Gás Natural.
- xlix Ver  
[http://energy.gov/sites/prod/files/2015/04/f22/QER%20ch6%20final\\_0.pdf](http://energy.gov/sites/prod/files/2015/04/f22/QER%20ch6%20final_0.pdf).
- 1 COSTA, H. K. M.; NETO, F. A. A Integração Energética na América Latina sob a ótica da Economia Institucional. 4°. *PDPETRO*, Campinas, S.P. 21-24 de outubro de 2007.
- li CABRAL, L. M. M. (Coord.). *Energia elétrica e integração na América do Sul*. Rio de Janeiro. Centro de Memória da Eletricidade do Brasil, 2004.
- lii Idem a li.
- liii SANTOS, T.; SANTOS, L. Integração energética no MERCOSUL: o caso emblemático de Itaipu Binacional. In: CASTRO, N.J.; ROSENTAL, R. *Integração e segurança elétrica na América Latina*. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 2016, p. 149-172.
- liv Ver COUTO, L. F. A Iniciativa para a Integração da Infra-estrutura Regional Sul-americana – IIRSA como instrumento da política exterior do Brasil para a América do Sul. *Revista Oikos*, v. 5, n. 1, 2008; SANTOS, T.; SANTOS, L.; MAHECHA, E. G. Integración Energética en Latinoamérica: breve historia y sus oportunidades en el siglo XXI. 4° Congreso de la Asociación Lationamericana de Economía de la Energía – ALADEE, Montevideo/Uruguai, 2013.
- lv SANTOS, T. *Integração energética da América do Sul: desdobramentos do desenvolvimento institucional*. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Instituto de Relações Internacionais, 2014.
- lvi Idem a lv.
- lvii Ver [http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=171&Itemid=100,%20acesso](http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=171&Itemid=100,%20acesso)

%2027/01/2014.

lviii **Ver** <http://www.enteoperador.org>.

lix **Ver** [http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=646&Itemid=100](http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=646&Itemid=100), acesso 27/01/2014.

lx **Ver** [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\\_pcielec\\_smart\\_grid\\_cef.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pcielec_smart_grid_cef.pdf).

lxi **Ver** [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\\_pci\\_gas\\_cef\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pci_gas_cef_0.pdf).

---

<sup>1</sup> Mais recentemente, convém destacar o peso do *shale gas* nessa redução.

## **PARTE III**

# **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E GESTÃO**

### **CAPÍTULO 10**

Política e Gestão Ambiental: Evolução, Conceitos, Instrumentos e o Caso de Gestão de Recursos Hídricos

### **CAPÍTULO 11**

Educação Ambiental

### **CAPÍTULO 12**

Contabilidade Ambiental

### **CAPÍTULO 13**

Mudança Institucional e Sustentabilidade no Setor de Petróleo e Gás

### **CAPÍTULO 14**

Fontes Renováveis e Alternativas de Energia



# Política e Gestão Ambiental: Evolução, Conceitos, Instrumentos e o Caso de Gestão de Recursos Hídricos

# 10

Alessandra Magrini  
Lilian Bechara Elabras Veiga

*No cenário planetário está se configurando um novo sistema econômico, o “Commons colaborativo”(…). A esperança é que consiga se realizar em tempo para recuperar a biosfera e dar vida a uma economia mais justa, humana e sustentável.*

(Jeremy Rifkin)

## 10.1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a evolução da gestão ambiental evidenciando as tendências observadas em termos de instrumentos, de atores, bem como da própria concepção de meio ambiente, desde as primeiras iniciativas de Política Ambiental observadas no mundo. Em seguida, toma-se como referência a Gestão de Recursos Hídricos, seja pela importância deste recurso, seja pelo fato de o modelo adotado no Brasil representar uma tendência inovadora e condizente com o quadro internacional. Analisa-se, assim, em detalhes o desenho do modelo e sua implementação nos últimos 15 anos de vigência da Lei nº 9.433/1997.<sup>1</sup>

Esta Lei, inspirada no modelo europeu de gestão de recursos hídricos, mais especificamente no modelo francês, estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), introduzindo importantes mudanças na concepção de gestão ambiental e nos aspectos legais e institucionais voltados aos recursos hídricos. Sob o ponto de vista de gestão, a bacia hidrográfica foi definida como a unidade territorial para a implementação da PNRH. Sob o ponto de vista político, a Lei introduz instrumentos econômicos, ou seja, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Em nível institucional, a Lei estabeleceu um novo arranjo organizacional: o SINGREH, que envolve formas compartilhadas de gestão da água a partir de diferentes atores em nível federal, estadual e da bacia hidrográfica.

Quinze anos após a promulgação da Lei nº 9.433/1997, essas mudanças ainda vêm sendo implementadas e alguns ajustes se fizeram necessários. Uma análise prévia demonstra que ainda hoje o processo de implementação da Lei enfrenta muitos desafios, conforme será apresentado ao longo deste capítulo, o que tem dificultado a consolidação dos instrumentos por ela estabelecidos.

## **10.2 EVOLUÇÃO DA POLÍTICA E DA GESTÃO AMBIENTAL: CONCEITOS E INSTRUMENTOS**

A conformação e a evolução da política ambiental no contexto internacional foi moldada de forma direta por um conjunto de eventos: a promulgação da Política Ambiental Americana, em 1969 (*National Environmental Policy Act* – NEPA); a realização da Conferência das Nações Unidas em Estocolmo, em 1972; o trabalho realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que resultou na publicação do relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1987; a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorrida no Rio de

Janeiro, em 1992 (ECO 92); a assinatura, em 1997, e a vigência, a partir de 2005, do Protocolo de Quioto; e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, também ocorrida no Rio de Janeiro, em 2012 (Rio+20).<sup>ii</sup>

Outros eventos também marcaram de forma indireta os rumos desta política. Cabe mencionar, por exemplo, a publicação do relatório do Massachusetts Institute of Technology (MIT) “Os Limites do Crescimento”, em 1972, e os dois choques do petróleo, ocorridos respectivamente, em 1973 e 1979. A crescente mobilização da sociedade civil em torno da problemática ambiental, aliada à intensa produção intelectual, questionando o modelo de desenvolvimento perseguido pelas nações, também contribuiu para dar início nos anos 1970 à conformação de políticas ambientais por parte de diferentes países.

A partir destes eventos, configuraram-se concepções, modalidades e instrumentos de política e gestão ambiental diferenciados no tempo. Evidentemente, esta evolução não se revelou de forma homogênea e simultânea em todos os países. No entanto, é possível identificar um fio indutor que veio moldando estas políticas de forma semelhante. Assim, os eventos do final dos anos 1960 e início dos anos 1970 desencadearam um processo de formulação de políticas ambientais e de estruturação institucional em diferentes países.

Estas políticas caracterizaram-se, durante toda a década de 1970, por uma ótica preponderantemente corretiva, centrada principalmente na introdução de mecanismos de controle da poluição.

A década seguinte foi marcada fundamentalmente pelos dois choques do petróleo, que evidenciaram de forma flagrante a vulnerabilidade das nações diante da possibilidade de escassez de recursos naturais. Nos anos 1980, as políticas ambientais dos países direcionaram-se para um enfoque do tipo preventivo. Data deste período, em quase todos os países

desenvolvidos, a introdução da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como instrumento de prevenção e de auxílio à decisão.

Durante as décadas de 1970 e 1980, a gestão ambiental foi essencialmente praticada pelo Estado por meio da aplicação dos chamados “instrumentos de comando-e-controle”, dentro de um encaminhamento de política ambiental preponderantemente centralizada. Durante essas décadas, a política e a gestão ambiental foram marcadas por fortes conflitos: conflitos entre interesses públicos e privados, conflitos de competências dentro do próprio Estado e conflitos entre empresas, Estado e sociedade civil.

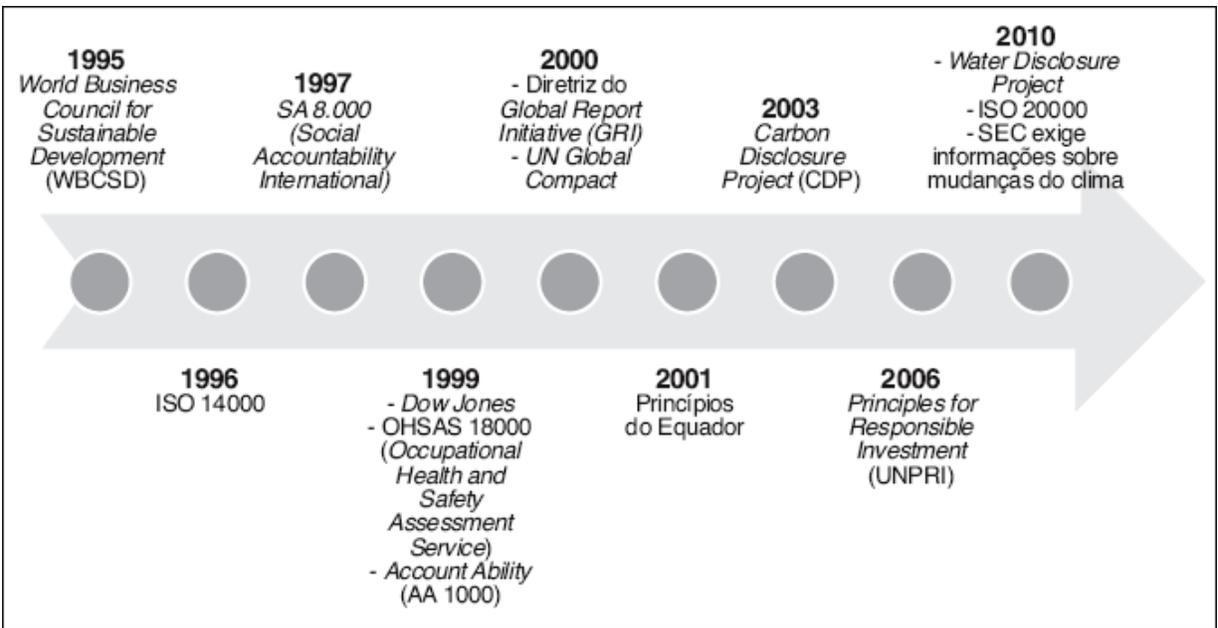
O conceito de desenvolvimento sustentável introduzido em 1987, pelo Relatório das Nações Unidas denominado “Nosso Futuro Comum”, veio promover uma espécie de “conciliação” entre as partes. Apesar do enorme desgaste que este termo já sofreu, é indiscutível que ele esteve na base das transformações observadas na década de 1990 e que, até hoje, vem moldando a orientação buscada pelas políticas ambientais dos diferentes países. A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento realizada em 1992 no Rio de Janeiro (ECO 92) teve um papel catalisador na disseminação desse conceito. Neste contexto, os anos 1990 viram o surgimento progressivo de novos atores em campo ambiental:

- O avanço de atitudes proativas das *empresas*, que começaram a vislumbrar, a partir da introdução de mecanismos de gestão ambiental, oportunidades de mercado, em um primeiro momento, e barreiras à entrada, em um segundo.
- O avanço da chamada *ecodiplomacia* e da realização de convenções internacionais sobre problemas ambientais globais, com fortes repercussões diplomáticas, políticas e econômicas em diferentes países.
- O avanço da atuação das *administrações locais*, movido pelo resgate da dimensão local em resposta ao processo de globalização em curso.

- O avanço de uma *sensibilização ambiental* difusa por toda a sociedade
- com o conseqüente crescimento de demandas e mobilização por parte desta.

Este período caracterizou-se, assim, pelo surgimento de uma nova vertente de gestão ambiental, a chamada “Gestão Ambiental Privada”, ou das empresas, que deu início, em particular a partir da elaboração e adoção da série de normas ISO 14.000, à introdução espontânea por parte das empresas de instrumentos de gestão ambiental. Esta vertente da gestão ambiental adquiriu nos últimos anos um impulso e uma crescente relevância, conforme pode ser visualizado na Figura 10.1, que reporta a evolução das principais iniciativas de mercado voltadas para a sustentabilidade das empresas.<sup>iii</sup>

A gestão ambiental pública também sofreu grandes transformações. Ao lado dos já tradicionais instrumentos de comando-e-controle, foi adquirindo cada vez mais um caráter integrador e estratégico, incorporando de forma crescente mecanismos de planejamento e gestão. Tomando-se os países europeus como referência, cabe destacar, dentre outras iniciativas, a Política da Água (Diretiva 2000/1960), a Diretiva sobre Avaliação Ambiental Estratégica (Diretiva 2001/1942) e a Política de Resíduos Sólidos (Diretiva 2008/1998). Observa-se, ainda, a introdução na União Europeia de instrumentos econômicos e de mercado. Um exemplo desta tendência consistiu, já na década de 1990, na promulgação de dois regulamentos da Comunidade Europeia de caráter voluntário, um sobre selo ambiental (*Eco-label*) — Regulamento CEE 880/1992, substituído em 2000 pelo Regulamento 1980/2000 — e outro sobre sistema de gestão ambiental e auditoria ambiental (*Eco-audit*) — Regulamento CEE 1836/1993, substituído pelo Regulamento 761/2001.



**FIGURA 10.1** Cronologia das principais iniciativas internacionais relacionadas à sustentabilidade empresarial.

Assim como os atores e os instrumentos, o conceito de *meio ambiente* também mudou nos anos, passando de uma visão estritamente ambiental e local para a incorporação das dimensões social e econômica (sustentabilidade) e de um enfoque global. A questão das mudanças climáticas e os desdobramentos das negociações internacionais, em particular a partir do Protocolo de Quioto, têm sido progressivamente incorporados nas estratégias de desenvolvimento e nas políticas ambientais.

O recém-lançado conceito de *Economia Verde*, introduzido em 2010 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e amplamente discutido no âmbito da Rio+20, também terá seguramente repercussões em termos estratégicos dos países, empresas e sociedade civil, influenciando os rumos da política e da gestão ambiental.

Analisando-se esta evolução no caso do Brasil, observa-se que a mesma se deu de forma relativamente consoante ao quadro internacional. Evidentemente, este processo foi marcado por especificidades econômicas, políticas e culturais, além de fatores de pressão externos, cuja análise não

cabe no presente capítulo, e que fizeram com que as diferentes fases observadas no âmbito internacional se apresentassem por vezes defasadas e, em outras, sobrepostas ao caso brasileiro.

Assim, os anos 1970 também representaram para o Brasil uma fase de estruturação no campo ambiental, principalmente do ponto de vista institucional. Datam deste período a criação, na esfera federal, da Secretaria de Meio Ambiente (Sema) e de alguns órgãos estaduais, como a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema), no Rio de Janeiro, e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), no estado de São Paulo. Embora alguns estados tenham implementado neste período instrumentos de gestão ambiental e a própria federação já possuísse algumas normativas anteriores, como o Código de Águas de 1934, a Lei de Proteção de Florestas de 1965, a Lei de Proteção da Fauna de 1967, dentre outras, uma política ambiental efetiva e orgânica só foi implantada no Brasil em 1981 com a Lei nº 6.938, que instituiu a Política e o Sistema Nacional do Meio Ambiente.

Desde sua promulgação, a política ambiental brasileira vem atuando tanto no plano corretivo como preventivo. A título de exemplo, datam igualmente da década de 1980 as regulamentações relativas ao estabelecimento de padrões de qualidade da água (Resolução Conama nº 020/1986, atualmente revogada pela 357/2005) e à Avaliação de Impacto Ambiental (Resolução Conama nº 001/1986).

A relativa autonomia dos estados da Federação e a falta de regulamentação de alguns instrumentos federais fez com que a política ambiental brasileira também adquirisse certa heterogeneidade entre as esferas nacional e estaduais. Constitui um exemplo representativo o Licenciamento Ambiental, que, embora constasse como um dos instrumentos previstos na Lei nº 6938/1981, só foi plenamente regulamentado em 1997 (Resolução Conama nº 237/1997). Isto fez com que os estados formassem seus próprios modelos de licenciamento,

gerando, assim, um quadro bastante heterogêneo no País. Este é o caso, por exemplo, do setor de petróleo, mais especificamente do segmento de exploração e produção, que desde 1994 já detinha regulamentação específica para seu licenciamento.

Analisando-se de uma forma mais abrangente a gestão e a política ambiental no Brasil a partir dos anos 1990, observam-se tendências por vezes contrastantes. No início da década, o Brasil estabeleceu um projeto de lei sobre um novo instrumento que vinha sendo discutido na Europa — a auditoria ambiental. Quase contemporaneamente, diversos estados, municípios e também a União discutiram projetos de lei sobre a introdução desse novo instrumento. A concepção brasileira no que concerne à auditoria ambiental, no entanto, tinha um caráter essencialmente compulsório e consistia em um tradicional instrumento de comando-e-controle, diferentemente do caso europeu. Este processo acabou não progredindo, resultando no arquivamento do projeto de lei federal e na suspensão de alguns projetos estaduais e municipais. O estado do Rio de Janeiro, no entanto, foi um dos que regulamentou este novo instrumento (Lei nº 1898/1991 e Decreto nº 21.470A/1995). Após o acidente da Reduc na Baía de Guanabara, em 2000, a auditoria ambiental retomou impulso como instrumento de gestão ambiental no Brasil, resultando na edição de regulamentação específica para o setor de petróleo e para portos organizados.

Ainda nos anos 1990, outros dois eventos marcaram de forma significativa a evolução da gestão ambiental no Brasil: a Lei de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998). A primeira introduz um conjunto de novos conceitos, instrumentos e figuras institucionais que condizem, em certo sentido, com as tendências observadas em nível internacional. Ao definir a bacia hidrográfica como unidade de gestão e atribuindo valor econômico à água, a lei resgata três aspectos extremamente relevantes para

a gestão ambiental: a integração de instrumentos visando à gestão da água, a dimensão territorial incorporando o planejamento e, finalmente, a dimensão econômica, incorporando na gestão o uso de instrumento econômico. Do ponto de vista institucional, a lei também introduz as figuras de agência e de comitê da bacia, imprimindo à gestão um caráter participativo, cooperativo e descentralizado.

Já a Lei de Crimes Ambientais, promulgada no ano seguinte, sobre sanções penais e administrativas, apresenta características profundamente punitivas. Embora tenha vindo para disciplinar a questão das penalidades e das multas, até então pouco significativa e dispersa dentro da legislação ambiental brasileira, ao introduzir o conceito de “crime ambiental” potencializou um processo de interpretação jurídica da gestão ambiental por vezes conflitante com os procedimentos de cunho administrativo vigentes dentro do sistema nacional de meio ambiente. A partir de então, o Brasil vem vivenciando uma intensa judicialização das questões ambientais e uma exacerbação dos conflitos entre os agentes públicos e privados. Esta tendência tem afetado particularmente o processo de licenciamento ambiental no País.

A partir desta evolução, torna-se difícil prospectar os possíveis caminhos que serão seguidos pela *gestão ambiental pública* no Brasil. De fato, entende-se que esta poderá seguir tendências contrastantes: de um lado, uma crescente judicialização com um relativo esvaziamento da atuação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, de outro, o prevalecimento de iniciativas de gestão integrada e o fortalecimento do Sisnama.

No que diz respeito à *gestão ambiental privada*, observa-se que também no Brasil esta ganhou espaço principalmente a partir da década de 1990, com o início do processo de certificação pela ISO 14.001, a criação de setores dentro das empresas voltados para a gestão ambiental e a sustentabilidade corporativa, a introdução dos conceitos de ecoeficiência e

de tecnologia limpa, a adoção de indicadores de sustentabilidade, além de outros mecanismos voluntários de mercado e da crescente adoção de práticas de responsabilidade socioambiental.

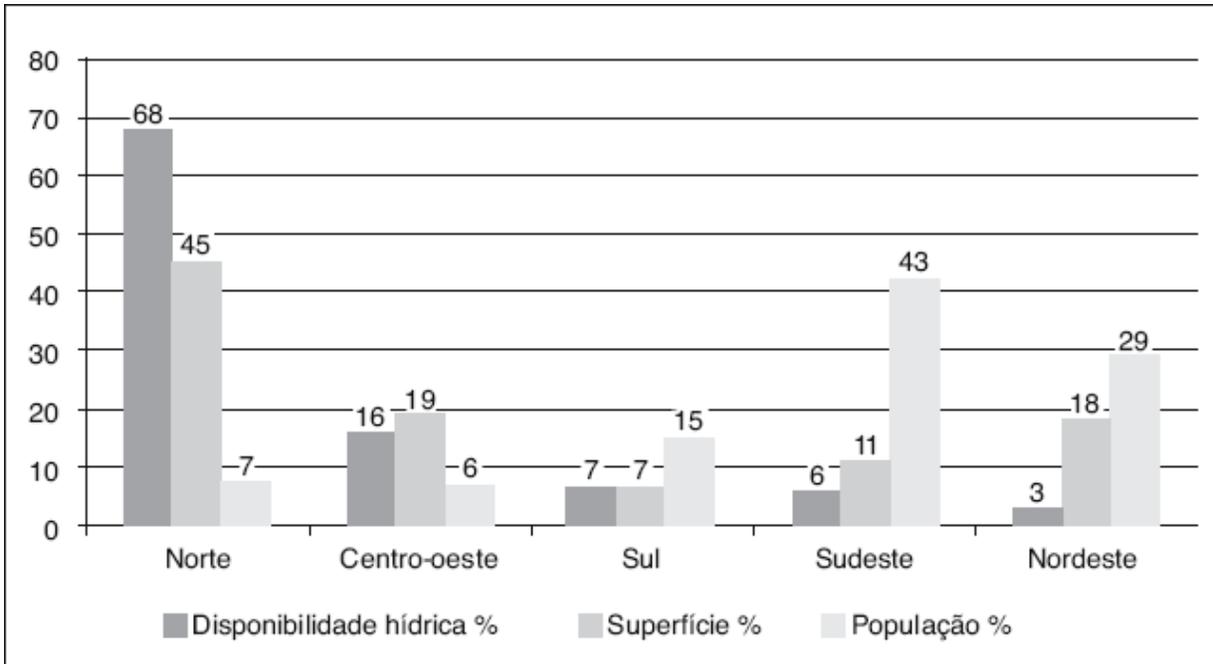
## **10.3 ESTUDO DE CASO SOBRE O MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: DO DESENHO ORIGINAL À SUA IMPLEMENTAÇÃO**

### **10.3.1 O recurso água no Brasil**

A água é essencial à vida e ao desenvolvimento das nações. Apesar do uso cada vez mais eficiente, em muitos países, este recurso tem se tornando cada vez mais escasso. Tal fato pode ser atribuído ao crescimento da população, à industrialização, à intensa urbanização que aumentou a demanda por água e descarga de efluentes, à crescente demanda agrícola, à infraestrutura precária, resultando em perdas na rede, às más práticas de gestão, e, mais recentemente, às mudanças climáticas, resultando em eventos hidrológicos extremos, aumentando a vulnerabilidade da população humana e dos setores econômicos. O relatório da Unesco de 2009<sup>iv</sup> concluiu que, juntamente a causas naturais, as atividades antrópicas são as principais pressões que afetam os sistemas de hídricos em todo o mundo.

O Brasil possui uma posição privilegiada no cenário mundial quando o tema é disponibilidade de água doce. O País detém 53 % da água doce do continente sul-americano e 12 % da água doce do planeta. Porém, conforme demonstrado na Figura 10.2, a distribuição de água ocorre de forma desigual no território brasileiro. Enquanto a Região Norte do País, com apenas 7 % da população brasileira, detém 68 % do volume e disponibilidade de recursos hídricos, a Região Nordeste, com 29 % da população, detém apenas 3 % da disponibilidade hídrica. Os baixos índices de precipitação e a irregularidade do seu regime na Região Nordeste, aliados ao contexto hidrogeológico, notadamente no semiárido brasileiro,

contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica na região, o que vem resultando em diversos problemas econômicos e sociais.



**FIGURA 10.2** Distribuição dos recursos hídricos × superfície × população.

Para determinados autores,<sup>v</sup> os problemas de abastecimento no Brasil decorrem, fundamentalmente, da combinação do crescimento exagerado da demanda localizada e da degradação da qualidade da água, resultante da expansão desordenada dos processos de urbanização e industrialização; de condições primitivas de uso e ocupação do meio rural, que têm engendrado o desmatamento das bacias hidrográficas; do desenvolvimento dos processos erosivos do solo; do empobrecimento de pastagens nativas; da redução de reservas de água do solo; e da progressiva queda de sua produtividade natural. Tais formas de uso e ocupação desordenada do território brasileiro agravam os efeitos das secas e/ou enchentes, atingindo diretamente as atividades econômicas e a população, principalmente no meio urbano, onde o crescimento de favelas em áreas de alto risco ambiental (encostas de morros e várzeas dos rios), o lançamento de esgotos

não tratados nos corpos de água utilizados para abastecimento humano, a não coleta e a disposição inadequada de lixo, além do grande desperdício de água, potencializam a escassez, seja quantitativa, seja qualitativa da água. Tais problemas são agravados ainda pela falta de articulação e ausência de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

### **10.3.2 Lei nº 9.433/1997: um novo modelo de gestão**

Em 1997, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A Lei introduziu várias mudanças em nível institucional e de gestão. A bacia hidrográfica foi definida como unidade territorial de gestão dos recursos hídricos. A Lei definiu ainda que a água é um bem de domínio público, escasso e dotado de valor econômico, reconhecendo os usos múltiplos da água e os direitos dos múltiplos usuários.

Em nível institucional, a Lei nº 9.433/1997 estabeleceu um novo arranjo institucional que envolve a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos. Este novo arranjo é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), pelos órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, e pelas Agências de Água. Tal arcabouço institucional tem por principais atribuições:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): instância máxima do SINGREH, órgão consultivo e deliberativo, responsável por resolver conflitos relacionados ao uso dos recursos hídricos e por estabelecer diretrizes e resoluções necessárias à implementação do quadro institucional e dos instrumentos previstos na PNRH.

- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal: instância máxima dos Sistemas Estaduais de Gestão dos Recursos Hídricos (GRH); órgão consultivo e deliberativo, que tem as mesmas atribuições do CNRH, porém em nível das bacias de jurisdição estadual.
- Órgãos dos poderes públicos estaduais, do Distrito Federal: são responsáveis pela organização e coordenação do Sistema de Recursos Hídricos na sua esfera de atuação.
- Comitês de Bacia: constituem o centro de gravidade do sistema, pois é nestes comitês em que são debatidas as questões relacionadas aos recursos hídricos, aprovadas as articulações, o planejamento e o gerenciamento da bacia e resolvidos os conflitos existentes quanto ao uso da água, visando sempre ao gerenciamento participativo e descentralizado dos recursos hídricos em nível de bacia hidrográfica. Os Comitês têm por área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica, sub-bacia, ou grupo de bacias ou ainda sub-bacias hidrográficas contíguas.
- Agência de Água (AA): secretaria executiva do CBH.

No âmbito desta estrutura organizacional voltada para a GRH, dois organismos devem ser destacados, pois representam uma inovação no sistema de gestão: os CBH e as AA. De fato, como destacam diversos autores,<sup>vi</sup> os CBH, considerados “parlamentos de águas”, são referências de novas práticas de gestão em diversos países, cada qual com suas especificidades, e desempenham um papel fundamental na negociação de conflitos e na gestão compartilhada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos. Tendo caráter deliberativo em nível da bacia, no caso brasileiro estes comitês envolvem a participação de representantes do poder público, usuários da água e sociedade civil.

As AA, por sua vez, de acordo com o modelo francês, tinham sido concebidas para atuar em nível de bacias, entretanto, como será visto

adiante, sua implementação no Brasil não se deu exatamente dessa forma. As AA são responsáveis por elaborar os planos de bacia, assim como por conceder outorga de direito de uso dos recursos hídricos e pela cobrança pelos usos dos recursos hídricos. A Lei nº 9.433/1997 definiu que os recursos financeiros arrecadados pela AA com a cobrança em determinada bacia hidrográfica deveriam ser investidos prioritariamente na própria bacia em que foram gerados. Sob a ótica dos instrumentos, a Lei nº 9.433/1997 previu cinco instrumentos de gestão:

- Planos de recursos hídricos para o País, para as Unidades da Federação e para as bacias hidrográficas: plano diretor de longo prazo que define a agenda de recursos hídricos de uma região, estado ou país, identificando ações de gestão, planos, projetos, obras e investimentos prioritários, dentro de um contexto que inclua os órgãos governamentais, a sociedade civil, os usuários e as diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos, visando a fundamentar e a orientar a implementação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos.
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes: visa a estabelecer objetivos de qualidade a serem alcançados por meio de metas progressivas intermediárias e finais de qualidade da água, a serem atendidas em determinado espaço temporal.
- Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos: ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante faculta ao outorgado o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no ato de outorga. Tem por objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos.
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos: tem por objetivo reconhecer a água como bem econômico, dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos

financeiros para o financiamento dos programas contemplados nos planos de recursos hídricos. A cobrança incide sobre os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga.

- Sistema de informação sobre recursos hídricos: sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

A partir da Lei nº 9.433/1997, diversos desdobramentos regulatórios foram implementados no Brasil, alguns destes implicaram em modificações no modelo original preconizado pela Lei, contribuindo, assim, para a consolidação da reforma institucional do setor de recursos hídricos brasileiros.<sup>vii</sup> Dessa forma, em 2000, a Lei nº 9.984, dentre outras mudanças, criou um novo agente institucional, a Agência Nacional de Água (ANA), agente federal regulador e disciplinador, responsável pela implementação e operacionalização dos instrumentos preconizados pela PNRH, sob jurisdição federal.

A criação da ANA consolidou a reforma institucional no setor de recursos hídricos no Brasil.<sup>viii</sup> Para outros autores, a criação da ANA, um agente central do sistema, alterou o formato inicial do modelo pautado no princípio da gestão descentralizada dos recursos hídricos,<sup>ix</sup> uma vez que, conforme mencionado, de acordo com o modelo francês, a expectativa era a de criação de AA em nível das bacias hidrográficas.

Para buscar restabelecer a descentralização, em 2004, a Lei nº 10.881 regulamentou a realização de contratos de gestão entre a ANA e entidades não governamentais delegatárias das funções de Agências de Águas, permitindo que as funções de Agência de Água fossem exercidas por “entidades delegatárias”. Além das leis supracitadas, desde 1997 várias Resoluções do CNRH foram instituídas, visando a regulamentar e a normatizar a implementação dos instrumentos e do quadro institucional previsto.



	Verde Grande	sim	não	sim	não	sim	não	não
Atlântico Nordeste Oriental	Piranhas-Açu	sim	não	não	não	sim	não	não
Tocantins-Araguaia	Tocantins-Araguaia	não	não	sim	sim	não	não	não
Amazônica	Amazonas (margem direita)	não	não	sim	não	não	não	não
<p><i>Notas:</i> Comitês de Bacia Hidrográfica = CBH; Agência de Água = AA; PJC = Rios Piracicaba, Jundiá e Capivari; 1 = plano de bacia; 2 = enquadramento; 3 = outorga; 4 = cobrança; 5 = sistema de informações.</p>								

Fonte: Elaborada pela autora com base na Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2012).

Disponível em: <http://www.ana.gov.br>.

Vale mencionar que no âmbito das demais regiões hidrográficas — Paranaíba, Atlântico Nordeste Ocidental, Sul e Leste, Uruguai e Paraguai — ainda não foram criados CBH e AA ou implementados os instrumentos de GRH sob jurisdição federal.

Com base na Tabela 10.1, percebe-se ainda que os CBH e as AA foram instituídos nas regiões hidrográficas relativas às regiões geográficas Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. Quanto aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, pode-se observar que a tendência é a mesma, com destaque para as bacias dos rios Doce, Paraíba do Sul, PJC, Paranaíba e São Francisco. O desenvolvimento econômico e a distribuição desigual dos recursos hídricos no Brasil entram em cena, visto que as bacias aqui citadas

abrangem os estados mais desenvolvidos economicamente do País e que apresentam maior estresse hídrico.

Aparentemente, a escassez de recursos hídricos associada às grandes dimensões do País fez com que tenha sido priorizada a implementação do sistema de GRH nessas regiões mais antropizadas. Entretanto, cabe destacar a necessidade de se implementar o modelo nas demais regiões hidrográficas dentro de um enfoque preventivo de gestão. De fato, deve-se evitar que as demais regiões sejam objeto de gestão apenas quando alcançarem situação de estresse hídrico, seja qualitativo ou quantitativo.

Com relação às bacias de domínio dos estados, e sob jurisdição dos respectivos órgãos estaduais de recursos hídricos, a Tabela 10.2 apresenta a divisão em bacias hidrográficas (BH), o quadro institucional e os instrumentos advindos dos marcos legais introduzidos pelas leis estaduais de RH. As informações constantes nesta tabela foram retiradas dos *sites* dos respectivos órgãos estaduais de recursos hídricos, e, quando inexistentes, buscaram-se as informações no *site* da ANA.

Embora não tenha sido possível obter algumas informações relativas aos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos e ao quadro institucional, destaca-se na Tabela 9.2 a disparidade de implementação entre as 27 unidades da federação. Percebe-se, em um primeiro momento, a disparidade de divisão de cada estado em bacias hidrográficas, fato que, em uma primeira aproximação, indica critérios diferenciados de demarcação dessas regiões. Assim, de um lado, o estado de Minas Gerais conta com 36 BH, enquanto o estado de Sergipe possui 8 BH e o estado de Alagoas, com a mesma área de Sergipe, tem 16 BH.

Por mais que esta divisão possa estar vinculada às especificidades hídricas dos diferentes estados, causa certa estranheza a pouca relação entre o número de regiões hidrográficas e a área ou o respectivo contingente populacional de cada unidade federativa. Como exemplo, podemos destacar o estado do Rio Grande do Norte com uma área aproximadamente igual à

do estado do Rio de Janeiro, mas com uma população quase cinco vezes menor, adotando uma divisão hidrográfica quase duas vezes maior que o estado do Rio do Janeiro.

Do ponto de vista da implementação do quadro institucional, percebe-se que, em relação aos CBH, em poucos estados estes estão realmente implementados. Além disso, analogamente às bacias federais, no âmbito estadual a maior parte desses comitês foi instituída nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Quanto às AA, percebe-se que nesta divisão pulverizada de BH a implementação de agências por bacia praticamente torna-se inviável, principalmente do ponto de vista administrativo, cabendo, assim, à maioria dos órgãos estaduais de recursos hídricos a centralização das decisões técnicas, administrativas e financeiras.

**TABELA 10.2**

Gestão de RH e as unidades da Federação

Estado	BH	Política estadual	Quadro institucional			Plano estadual
			CERH	CBH	AA	RH
Rio de Janeiro	9	Lei n.º 3239/1999	Sim	9	8	Em consulta pública
São Paulo	22	Lei n.º 7663/1991	Sim	21	1	Sim
Espírito Santo	12	Lei n.º 5818/1998	Sim	12	n.d.	Não
Minas	36	Lei n.º 13.199/1999	Sim	36	5	Sim

Gerais						
RS	25	Lei n.º 10.350/1994	Sim	25	23	Sim
Santa Catarina	21	Lei n.º 9748/1994	Sim	19	n.d.	Sim
Paraná	14	Lei n.º 12.726/1999	Sim	9	n.d.	Sim
Bahia	26	Lei n.º 11.612/2009	Sim	14	n.d.	Sim
Sergipe	8	Lei n.º 3870/1997	Sim	3	n.d.	Em elaboração
Alagoas	16	Lei n.º 5965/1997	Sim	5	n.d.	Sim
Pernambuco	27	Lei n.º 12.984/2005	Sim	6	n.d.	Sim
Paraíba	11	Lei n.º 6308/1996	Sim	3	1	Sim
RN	16	Lei n.º 6908/1996	Sim	3	n.d.	Sim
Ceará	11	Lei n.º 14.844/2010	Sim	10	n.d.	Sim
Piauí	12	Lei n.º 5165/2000	Sim	1	n.d.	Sim
MS	15	Lei n.º 2406/2002	Sim	2	n.d.	Sim
Goiás	7	Lei n.º 13.123/1997	Sim	2	n.d.	Não
Mato Grosso	27	Lei n.º 6945/1997	Sim	2	n.d.	Sim

Tocantins	14	Lei n.º 1307/2002	Sim	3	n.d.	Sim
Amazonas	10	Lei n.º 3167/2007	Sim	1	n.d.	Em elaboração
Acre	6	Lei n.º 1500/2003	Sim*	n.d.	n.d.	Sim
Roraima	n.d.	Lei n.º 547/2006	Sim	n.d.	n.d.	Em elaboração
Rondônia	7	Lei n.º 255/2002	Sim	n.d.	n.d.	Não
Amapá	n.d.	Lei n.º 686/2002	Sim	n.d.	n.d.	Não
DF	7	Lei n.º 4285/2008	Sim	3	1	Sim
Maranhão	9	Lei n.º 8149/2004	Sim	n.d.	n.d.	Em elaboração
Pará	7	Lei n.º 6381/2001	Sim	n.d.	n.d.	Não

Notas: Bacia Hidrográfica = BH; Conselho Estadual de Recursos Hídricos = CERH; Comitês de Bacia Hidrográfica = CBH; Agência de Água = AA.

\* Função exercida pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (CEMACT).

Com relação à adoção dos instrumentos, encontrou-se grande dificuldade em obter informações para todas as BH estaduais; mesmo assim, a partir dos levantamentos, verificou-se que, na grande maioria dos estados, os planos de recursos hídricos foram implementados e os demais

instrumentos foram implementados em uma ou mais bacias, como é o caso das outorgas. Cabe destacar, entretanto, a escassa aplicação até hoje do enquadramento dos rios em muitos estados.

Uma análise global das informações apresentadas corrobora a tendência observada nos rios de domínio da União e também dos estados, ou seja, de que o modelo de GRH brasileiro foi prioritariamente implementado nas regiões mais desenvolvidas do País e com maiores problemas relacionados à escassez, seja qualitativa e/ou quantitativa da água, isto é, nas regiões geográficas Sudeste, Sul e Nordeste.<sup>xi</sup>

Em síntese, tanto no que se refere aos rios sob jurisdição federal quanto estadual, percebe-se que hoje ainda faltam mecanismos para que o modelo seja plenamente implementado. Outro aspecto que desponta é a forte heterogeneidade entre os modelos de gestão federal e estadual, apesar de ambos estarem sob o mesmo marco legal. Entende-se que devem ser respeitadas as especificidades locais, mas é fundamental que haja integração dentro de uma mesma perspectiva de gestão compartilhada e preventiva. Assim, esta deve contemplar também as regiões do País menos favorecidas econômica e socialmente e que, embora dotadas de grande disponibilidade hídrica, têm sido objeto de expansão, principalmente da fronteira agropecuária, mineral e de geração hidrelétrica, com consequente pressão sobre os recursos hídricos.

Na tentativa de construir um sistema nacional para governança dos recursos hídricos e de integrar os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRENH) ao SINGRENH, a ANA lançou em março de 2013, por meio da Resolução ANA nº 379, o “Pacto Nacional pela Gestão das Águas”. O Pacto tem por objetivos:

- a promoção da efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual;

- o fortalecimento do modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

Nesse sentido, a ANA desenvolveu uma metodologia para que os estados possam aderir ao Pacto, de acordo com sua estrutura institucional e com a complexidade do processo de gestão local. O Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Pró-gestão) é o principal instrumento do Pacto. Este instrumento, de adesão voluntária, prevê para os estados da Federação que aderirem ao Programa o repasse de até cinco parcelas de R\$ 750 mil, mediante o cumprimento de metas para melhorar a gestão dos recursos hídricos. Até setembro de 2013, já haviam aderido 12 estados: Paraíba, Acre, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Paraná, Piauí, Mato Grosso, Rondônia, Sergipe, Santa Catarina, Maranhão e Rio Grande do Norte.

## 10.4 CONCLUSÕES

No que diz respeito à evolução da gestão ambiental no Brasil, pode-se concluir que grandes avanços foram observados nos últimos anos, tanto no âmbito público quanto no privado. Diversos desafios e incertezas, entretanto, prospectam-se para os próximos anos. De um lado, o acelerado processo de crescimento que vem sendo perseguido pelo País poderá imprimir uma dinâmica diferenciada a esta evolução, seja em termos público ou privado, colocando uma interrogação sobre o papel que será dado à questão ambiental neste contexto. Por outro lado, a Rio+20 e os princípios de Economia Verde que nortearam o enfoque e os possíveis desdobramentos daquele evento deverão levar o País a se confrontar com dinâmicas e negociações internacionais que terão reflexos diretos nos rumos internos da política e da gestão ambiental. Somam-se a isto as indefinições nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas e os próprios

rumos incertos da política e da gestão ambiental nos países desenvolvidos em função da crise econômica que os mesmos vêm enfrentando.

Tomando-se como referência o modelo de GRH implementado no Brasil a partir da Lei nº 9.433/1997, que se inspirou nas tendências de gestão ambiental observadas a partir dos anos 1990, em particular no modelo europeu (sobretudo o francês), verificou-se que este apresentou um caráter inovador para a política e gestão ambiental do País, em um cenário de distribuição desigual dos recursos hídricos no território nacional. Conforme demonstrado, transcorridos 15 anos da promulgação da Lei Federal nº 9.433/1997, são inegáveis os avanços da GRH no Brasil, avanços estes movidos por um processo desenhado de forma descentralizada e participativa, que coloca a bacia hidrográfica no eixo do modelo de gestão.

Entretanto, a implementação do modelo desenhado originalmente foi sendo modificada no tempo e apresenta alguns problemas a serem enfrentados. Primeiramente, o federalismo brasileiro, aliado à dupla dominialidade dos recursos hídricos (federal e estadual), fez com que a gestão fosse implementada de forma diferenciada do modelo europeu. A criação da ANA, órgão gestor federal constituído posteriormente à lei, reduziu o caráter descentralizado da política original, esvaziando parcialmente a concepção de uma GRH regional, por meio de agências de bacias. Com isto, observa-se que, por vezes, os comitês acabam por assumir funções que vão além do caráter deliberativo que lhes é conferido pela lei e adquirem funções técnicas e executivas que caberiam às agências de bacias.

A gestão das bacias hidrográficas ficou, assim, subordinada à divisão político-administrativa do País, criando-se modelos de gestão federal e estadual. Recentemente, o governo brasileiro, inclusive pelo fato de as 27 unidades da federação estarem atreladas ao mesmo marco legal, vem mobilizando esforços no sentido da integração, a exemplo do “Pacto Nacional pela Gestão das Águas”, e espera-se que a partir de sua implementação o modelo adquira maior integração e eficácia.

Outro aspecto que desponta da análise é ainda a quase inexistência de GRH nas Regiões Norte e Centro-Oeste. Apesar de a abundância hídrica dessas regiões, aliada à criticidade qualitativa e quantitativa de outras regiões do País, ter levado à priorização de áreas mais antropizadas, a exemplo da Região Sudeste, é fundamental que também aquelas regiões sejam prementemente objeto de gestão. Entende-se que a forte expansão da fronteira agropecuária, mineral e geração hidrelétrica, com consequente pressão sobre os recursos hídricos das Regiões Norte e Centro-Oeste, carece de políticas preventivas. De fato, deve-se evitar que essas regiões sejam objeto de gestão e planejamento apenas quando alcançarem situação de estresse hídrico, seja qualitativo ou quantitativo, como já se vem observando nas Regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil.

A gestão de recursos hídricos representa um desafio, em particular no Brasil, país de recursos abundantes, mas desigualmente distribuídos e que almeja forte crescimento econômico.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Auditoria ambiental:** processo sistemático e documentado de verificação para obter e avaliar evidências que determinem o quanto atividades específicas, procedimentos, eventos, sistemas de gestão ou informações ambientais estão em conformidade com o critério da auditoria. Existem diversos tipos de auditoria como as auditorias de sistema de gestão (SGA), ou seja, as auditorias de conformidade legal.
- **Avaliação de impacto ambiental:** estudo para identificar, prever, interpretar e prevenir as consequências ou efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem-estar humano e ao entorno; deve considerar as alternativas à ação ou projeto e pressupõe a participação do público, representando um instrumento de auxílio à decisão. Na legislação brasileira (Lei nº 6.938/1981, Resolução Conama nº 001/1986 e

Resolução Conama nº 237/1997), a AIA é exigida para efeito de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio.

- **Economia verde:** consiste em promover o bem-estar humano e a equidade social, reduzindo significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica. Em uma economia verde, o crescimento da renda e do emprego deve ser impulsionado pelos investimentos públicos e privados voltados para a redução da poluição e das emissões de carbono, a melhoria da eficiência energética e de recursos e a prevenção da perda de biodiversidade e de serviços dos ecossistemas.
- **Gestão ambiental privada:** processo administrativo, dinâmico e interativo, que estabelece, por meio de uma política ambiental, quais são as intenções e princípios da empresa em relação ao seu desempenho ambiental. Os seus objetivos visam a equilibrar a proteção ambiental e a prevenção da poluição com as necessidades econômicas.
- **Gestão ambiental pública:** condução, direção e controle pelo governo do uso dos recursos naturais, a partir de determinados instrumentos, o que inclui medidas econômicas, regulamentos e normalização, investimentos públicos e financiamento, requisitos interinstitucionais e judiciais.
- **Gestão de recursos hídricos:** conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação e normas pertinentes. No Brasil, a Lei nº 433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).
- **Licenciamento ambiental:** procedimento administrativo exigido pelo poder público federal, estadual ou municipal para a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades

utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. O processo prevê três tipos de licença: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

- **Normas ISO 14.000:** série de normas da International Standard Organization orientada para a gestão ambiental de organizações e de produtos. Seu desenho original previa a elaboração de normas sobre Sistema de Gestão Ambiental (SGA), Auditoria Ambiental (AA) e Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA), voltadas para as organizações, e sobre análise de ciclo de vida, rotulagem ambiental e aspectos ambientais em padrões de produtos, voltadas para os produtos. Recentemente, vem incorporando outras normas como as relativas a mudanças climáticas.
- **Política Nacional do Meio Ambiente:** instituída no Brasil pela Lei nº 6.938/1981, a PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.
- **Protocolo de Quioto:** tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Criado em 1997, definiu metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para os países desenvolvidos (Anexo 1), constituído essencialmente por países industrializados, países com economias em transição e os países do antigo bloco soviético. O Protocolo, que entrou em vigor em 2005, prevê três mecanismos de flexibilização: comércio de emissões, implementação conjunta e mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL).

## QUESTÕES

- 10.1** A conformação e a evolução da política ambiental no contexto internacional foram moldadas de forma direta por um conjunto de eventos. Cite quais são os principais e por quê.
- 10.2** É difícil prospectar hoje a evolução da política e da gestão ambiental no Brasil nos próximos anos. Por quê?
- 10.3** Em 1997, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e, ainda, regulamentou o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal de 1988. Várias mudanças foram introduzidas pela Lei. Cite algumas dessas mudanças em termos de fundamentos de gestão.
- 10.4** Em termos institucionais, a Lei nº 9.433/1997 estabeleceu um novo arranjo institucional, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). No âmbito desta estrutura organizacional voltada para a gestão dos recursos hídricos, um organismo deve ser destacado: os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). Por quê?
- 10.5** Quinze anos depois da promulgação da Lei nº 9.433/1997, percebe-se que os instrumentos previstos pela Lei, assim como o quadro institucional, vêm sendo implementados de maneira desigual nas regiões hidrográficas brasileiras. O que a Agência Nacional de Águas (ANA) vem fazendo para tentar minimizar essas disparidades na implementação do modelo de GRH?

R: Na tentativa de construir um sistema nacional para governança dos recursos hídricos, de integrar os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGREHs ao SINGREH, a ANA lançou em março de 2013, através da Resolução ANA 379 o “Pacto Nacional pela Gestão das Águas”. O Pacto tem por objetivos:

- (1) promoção da efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual; e
- (2) fortalecimento do modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

## LEITURA COMPLEMENTAR

### Livro

- REBOUÇAS, A.C. (2006). Água Doce no Mundo e no Brasil. In: *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Organizadores: REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. Escrituras Editora, 3. ed.
- MAGRINI, A. e SANTOS, M.A. (Org.) (2001). *Gestão ambiental de bacias hidrográficas*, COPPE/UFRJ.

### Artigos

- 1 - ELABRAS VEIGA, L. B., MAGRINI, A. (2013). “The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges.” *Water Resources Management Journal*, v. 27, p.2287 - 2302.
- 2 - GUIMARÃES, L, MAGRINI A (2007). A Proposal of Indicators for Sustainable Development in the Management of River Basins. *Water resource management*, 22:1191–1202, DOI 10.1007/s11269-007-9220-x.
- 3 - POMBO, F. R. e MAGRINI, A. (2008). “Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil.” *Gestão e produção*, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 1-10. 2008.
- 4 - TUNDISI, J. G., (2008) Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*. São Paulo. v. 22, nº 63.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i BRASIL. Legislação Federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>.
- ii MAGRINI, A. Política e Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. (Org.). *Gestão ambiental de bacias hidrográficas*, Rio de Janeiro: COPPE/IVIG, 2001. p. 9-19.
- iii MAGRINI, A.; BOTELHO, T. Colaboração para o Documento IBP/CNI Rio+20, Setor de Petróleo e Gás, 2011.
- iv UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). *Water in a Changing World*. 2009.
- v REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. Escrituras Editora, 2006.
- vi MACHADO, C. J. S.; MIRANDA, N.; PINHEIRO, A. A. S. *A nova aliança entre estado e sociedade na administração da coisa pública: descentralização e participação na política nacional de recursos hídricos*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2002. BARRAQUE, B. Les Agences de l'eau françaises: un modele pour le Bresil? IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. 2001. Rede Interamericana de Recursos Hídricos. Brazil. Disponível em: <http://www.ivdialogo.com/principal.htm>. CARVALHO, R. C.; MAGRINI, A. Conflicts over Water Resource Management in Brazil: A Case Study of Inter-Basin Transfers. *Water Resources Management*, v. 20, 2006. p. 193-213. GUIMARÃES, L.; MAGRINI, A. A Proposal of Indicators for Sustainable Development in the Management of River Basins, *Water Resource Management*, v. 22, 2007. p. 1191-1202.
- vii ELABRAS VEIGA, L. B. Dez anos da Lei nº 9.433 de 1997: atual estágio de implementação e comparação com a Legislação Internacional de Gestão de Recursos Hídricos. Relatório de Pesquisa,

Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), 2010.

- viii BRAGA, B. P. F.; FLECHA, R.; PENNA, D. S.; KELMAN, J. A reforma institucional do setor de recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. Escrituras Editora, 2006.
- ix Idem a ii.
- x A Resolução do CNRH nº 32/2003 instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional. Para efeito de gestão dos recursos hídricos, o País está dividido em 12 regiões hidrográficas, quais sejam: Amazônica, Tocantins/Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná, Uruguai, Atlântico Sul e Paraguai e 56 unidades de planejamento dos recursos hídricos.
- xi ELABRAS VEIGA, L. B.; MAGRINI, A. The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. *Water resources management*, v. 27, 2013. p. 2287-2302.

# Educação Ambiental

Maria Neuza da Silva Oliveira  
Magda Eva Soares de Faria Wehrmann

# 11

*Tudo o que existe e vive precisa ser cuidado para continuar a existir e a viver: uma planta, um animal, uma criança, um idoso, o planeta Terra.*

(Leonardo Boff, 2004)<sup>i</sup>

## 11.1 INTRODUÇÃO

O final do século XX e o início do século XXI estão sendo marcados por debates em torno das questões ambientais: mudanças climáticas, extinção da biodiversidade, poluição de rios, mares e oceanos, desertificação, geração de resíduos, desigualdades sociais e tantas outras questões que compõem esse cenário. Assim, orientar a educação para o desenvolvimento sustentável é ação necessária para a construção de um novo paradigma de desenvolvimento. O acesso à informação e a conscientização da população são ferramentas indispensáveis para que a humanidade desenvolva uma relação mais equilibrada com os recursos da natureza. A Educação Ambiental (EA), portanto, é um instrumento importante para viabilizar esse processo.

A EA é uma proposta educativa considerada uma prática que pode orientar na construção de sociedades mais sustentáveis. É um campo do saber e da ação política capaz de dialogar com a sociedade sobre o uso sustentável dos recursos da natureza e de influenciar os sujeitos sociais em suas escolhas e ações. O presente capítulo tem por objetivo trazer uma abordagem geral sobre o tema Educação Ambiental, seus princípios e diretrizes, bem como contextualizar seu cenário atual.

O corpo do trabalho está assim estruturado: a Seção 11.2 faz um resgate histórico da EA e seus principais marcos regulatórios no mundo e no Brasil. A Seção 11.3 discute a EA como um saber necessário às práticas pedagógicas. O intuito dessa seção é ressaltar a EA como ferramenta capaz de contribuir para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável. A Seção 11.4 traz o cenário atual da EA, incluindo as propostas discutidas na Rio+20, em 2012. A Seção 11.5 apresenta algumas práticas de EA que podem ser realizadas no cotidiano por todos os sujeitos sociais, seja individual ou coletivamente. Por fim, são apresentadas as considerações finais que o estudo permitiu alcançar.

## **11.2 RESGATE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL<sup>ii</sup>**

Antes de iniciar este tópico, cabe destacar que a EA é um processo que está em construção, pois ainda não há um consenso sobre este conceito. De acordo com o relatório que estabeleceu as Diretrizes da EA no Brasil em 2012, essa falta de consenso tem por consequência “práticas educacionais muitas vezes reducionistas, fragmentadas e unilaterais da problemática ambiental, e abordagem despolitizada e ingênua dessa temática”.<sup>iii</sup> A EA pode ser conceituada como um “processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o

desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais”<sup>iv</sup>.

A presente seção apresenta alguns dos eventos mais importantes relacionados com a EA em nível mundial. No contexto internacional, pode-se dizer que a EA teve suas origens na década de 1950, quando foi publicado um estudo denominado *Estudo da Proteção da Natureza no Mundo*, organizado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN). Esse estudo, na realidade, foi consequência da Conferência Internacional ocorrida em Fontainebleau, na França, no ano de 1948, com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Dessa conferência, surgiu, em 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).<sup>v</sup>

Em 1965, ocorreu outro evento voltado para EA, a Conferência de Educação da Universidade de Keele, na Grã-Bretanha, onde, pela primeira vez, utilizou-se a expressão “Educação Ambiental”. Naquele evento, recomendou-se que a partir daquele momento a EA passasse a ser parte essencial da educação de todos os cidadãos. Em 1968, a Unesco realizou um estudo sobre o referido tema, o que resultou na compreensão de que ele é bastante complexo e interdisciplinar, e, como tal, não poderia se limitar a uma disciplina específica dentro do currículo escolar.

Apesar de seu histórico com fortes características teórico-conceituais, o marco oficial do conceito de EA remete à histórica Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano ou Conferência de Estocolmo, na Suécia, realizada em 1972. Dentre as diversas orientações e recomendações oriundas daquele evento, algumas foram direcionadas, especificamente, para o campo da educação, conforme se segue:

- Os 113 países participantes assinaram a Declaração da ONU sobre o ambiente humano, cujo artigo 19 diz: é indispensável um trabalho de educação em questões ambientais, visando tanto as gerações jovens, como os adultos, dispensando a devida atenção

aos setores menos privilegiados para assentar as bases de uma opinião pública bem informada e de uma conduta responsável dos indivíduos, das empresas e das comunidades, inspirada no sentido de sua responsabilidade, relativamente à proteção e melhoramento do meio ambiente em toda a sua dimensão humana.

- Recomendou-se a criação do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), para ajudar a enfrentar a ameaça de crise ambiental no planeta, embora, o referido programa só saiu do papel em 1975.<sup>vi</sup>

Em 1975, com o apoio da Unesco e do PNUMA, foi criado o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) para atender a Recomendação de número 96 da Conferência de Estocolmo. Após a criação do PIEA, outras ações voltadas para a EA ocorreram, a exemplo da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tbilisi, na Geórgia, que discutiu assuntos, especificamente, para a EA. Este evento teve o apoio do PNUMA e foi o ponto inicial da primeira fase do Programa Internacional de Educação Ambiental. Reafirmou-se que é indispensável um trabalho de educação em questões ambientais visando tanto às gerações jovens como aos adultos, em um trabalho que é responsabilidade de todos.

O Brasil não esteve presente no evento em Tbilisi por motivos diplomáticos. Apenas a partir de 1997, os documentos produzidos na Conferência de Tbilisi foram disponibilizados ao público brasileiro. No Brasil, o tema ganhou notoriedade na década de 1990, quando os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), lançados oficialmente em 1997, traziam as diretrizes para trabalhar a EA no contexto educacional. Essas diretrizes foram elaboradas pelo governo federal para orientar a educação nacional. Os PCN colocam o meio ambiente, o que inclui a EA, no conjunto de temas transversais que são subsídios para apoiar o projeto da escola na elaboração do seu currículo escolar. Os temas transversais são conteúdos

que permeiam todas as disciplinas e podem ser trabalhados em todas as modalidades de ensino, inclusive, na educação profissional e tecnológica.

Na mesma década antes mencionada, foi lançada no Brasil a Lei nº 9795/1999, que define a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Apesar de a Constituição Federal (CF) de 1988 colocar o meio ambiente como responsabilidade do poder público na promoção e conscientização ambiental, somente em 1999 foi criada uma lei que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental. Como pode ser observado, o País demorou para inserir em sua agenda de discussão o debate sobre a EA e em institucionalizá-la no contexto educacional, conforme preconiza a Constituição Federal. Vinte anos após a Conferência de Estocolmo, houve a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Rio 92,<sup>vii</sup> no Rio de Janeiro, Brasil.

Nesse evento, a EA ganhou mais espaço nas agendas de debate. Conforme consta em documentos institucionais, o Brasil e outros países debateram questões relacionadas às metodologias e currículos no campo da EA. A Agenda 21, que foi o principal documento elaborado na Rio 92, trouxe o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global visando à conscientização pública. Três documentos oriundos desses debates tornaram-se referência para aqueles que pretendiam recorrer à EA como prática pedagógica:<sup>viii</sup>

- A Agenda 21, um dos principais documentos da Eco-92, traz em seu Capítulo 36 a importância da educação na promoção do desenvolvimento sustentável. O referido capítulo foi dedicado à promoção do ensino, da conscientização e do treinamento dos sujeitos sociais em relação às questões ambientais.
- A Carta Brasileira para a Educação Ambiental, dentre outros pontos, destacou que deveria haver um real compromisso dos poderes federal, estadual e municipal em introduzir a EA em todos os níveis de ensino, cumprindo, assim, a legislação brasileira. Houve, igualmente, uma

importante proposta para que as instituições de ensino superior participassem direta ou indiretamente desse debate.

- O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global criou princípios e planos de ação para educadores ambientais, bem como uma lista de vários segmentos sociais a serem envolvidos nesse plano como: governo, empresas, universidades, centros de pesquisas, Organizações Não Governamentais (ONGs), dentre outros. Houve, ainda, propostas para fortalecer a Rede de Educação Ambiental, no intuito de criar mecanismos de captação de recursos para viabilizar a prática de EA nas instituições de ensino.

Outro evento que contribuiu para fomentar o debate no campo da EA no Brasil foi:<sup>ix</sup> a Declaração de Brasília para a EA, realizada em novembro de 1997. Desse evento resultou um documento cujas áreas temáticas estão resumidas a seguir:

- Educação Ambiental e as Vertentes do Desenvolvimento Sustentável: essa temática critica o pequeno avanço do País em relação à EA após a Rio 92, que passou a colocá-la em segundo plano em relação a outras temáticas.
- Educação Ambiental Formal – Papel, Desafios, Metodologias e Capacitação: debruçou-se na discussão sobre o paradigma positivista e da pedagogia tecnicista que ainda imperava nos sistemas de ensino, em que as disciplinas continuavam sendo fragmentadas, ao contrário das propostas da EA.
- Educação Ambiental no Processo de Gestão Ambiental – Metodologia e Capacitação: o documento tece uma importante crítica à desarticulação na gestão dos recursos naturais e chama a atenção para o papel do setor empresarial, lembrando que EA deve ser interpretada como investimento e não como despesa. Esse documento trouxe um alerta

importante sobre a confusão que as empresas fazem entre Educação Ambiental e Marketing Ambiental.

- EA e as Políticas Públicas, tais como as políticas urbanas, de recursos hídricos, agricultura, ciência e tecnologia: o principal ponto dessa temática foi a tendência do governo de planejar as políticas públicas de forma setORIZADA, a falta de participação da sociedade e a descontinuidade de programas iniciados. Houve, também, uma proposta de se instituir uma política ambiental urbana que considerasse as especificidades regionais.
- Por último, o papel da EA voltada para a Ética, Formação da Cidadania, Educação, Comunicação e Informação da Sociedade: um dos principais pontos foi a falta de uma política de comunicação para a divulgação da EA. O monopólio dos meios de comunicação e o não comprometimento com as informações corretas também fizeram parte desta discussão.

Pode-se constatar que a referida Declaração de Brasília procurou construir um documento que fosse capaz de divulgar as leis ambientais por intermédio da mídia, bem como fortalecer os meios de comunicação em relação à temática ambiental e divulgar a Agenda 21 de forma compreensível ao cidadão comum. A promoção de eventos envolvendo a participação da sociedade como um todo também fez parte dos objetivos desse documento.

A década de 1990 trouxe vários eventos envolvendo EA; eles foram realizados em diversas partes do mundo, inclusive para avaliar os avanços da EA após a Rio 92. Foi em um desses encontros que o Brasil apresentou a já citada *Declaração de Brasília para a Educação Ambiental*. Cabe reconhecer que tais eventos foram importantes para ampliar a visão da educação como ferramenta de ampliação da consciência pública. As conferências internacionais e suas propostas de ações deveriam ser implementadas pelos governos, sociedade civil, o que inclui ONGs,

empresas, instituições educacionais, Organização das Nações Unidas (ONU), dentre outras organizações internacionais.<sup>x</sup>

Na década de 2000,<sup>xi</sup> diversas resoluções e declarações foram criadas a partir de encontros para debater o papel da Educação no contexto do desenvolvimento sustentável. Ainda que muitos desses eventos tenham tido por objetivo discutir a Educação em seu contexto geral, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a fazer parte da agenda de discussões desses eventos. Um exemplo foi a Resolução nº 7 das Nações Unidas, denominada *Declaração do Milênio*, um documento aprovado por todos os países-membros da ONU no ano 2000 e que constitui uma das iniciativas a considerar na implementação da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

Outro exemplo a ser citado foi o *Manifesto pela Vida: por uma ética para a sustentabilidade*,<sup>xii</sup> uma iniciativa que surgiu no Simpósio sobre Ética e Desenvolvimento Sustentável, realizado na Colômbia, em 2002. Trata-se de um documento elaborado por 35 especialistas de diversos países, com o objetivo de inspirar princípios e valores, bem como promover razões e sentimentos que orientem procedimentos, ações e condutas para a construção de sociedades mais sustentáveis, a partir da ética para a sustentabilidade.

Grande parte dos eventos ocorridos no início dos anos 2000 trazia em sua discussão o apoio à implementação da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, um período que vai de 2005 a 2014. Em 2005, houve a finalização do Plano Internacional de Implementação da referida década para o Desenvolvimento Sustentável; o documento foi elaborado por um grupo de especialistas e assessores da Unesco e representou um marco para que países-membros das Nações Unidas pudessem contribuir na implementação dessa proposta.

Cabe mencionar que nem todos os sujeitos envolvidos com a temática EA foram favoráveis à denominação “Educação para o Desenvolvimento

Sustentável” para designar a década de 2005 a 2014 no contexto da EA. No Congresso Ibero-Americano sobre Desenvolvimento Sustentável, realizado em 2005, no Rio de Janeiro, e promovido pela Unesco, um grupo formado por mais de 800 educadores e educadoras ambientais dos continentes da América do Sul, América Central e América do Norte, África, Europa e Ásia<sup>xiii</sup> foi contrário ao conceito de “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, preferindo “Década da Educação Ambiental” e criaram o documento “Manifesto pela Educação Ambiental”. Esses educadores argumentaram que são contrários à “substituição do atributo político ‘ambiental’ da educação para uma orientação econômica do ‘desenvolvimento sustentável’, em um evocativo evolucionista como se Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) fosse uma evolução natural de uma Educação Ambiental (EA) superada e ineficaz”.<sup>xiv</sup>

Ainda de acordo com o documento aqui mencionado, o que a Unesco propõe é uma indicação funcionalista da visão de Educação no sentido de colocá-la para algo, ou seja, para o Desenvolvimento Sustentável (DS). A oposição desse grupo de não relacionar a EA para o DS se fundamenta considerando que o conceito de DS ainda está em construção. Além de não ter um sentido claro, é por vezes criticado por trazer uma ideia puramente racionalista, economicista e desenvolvimentista, que constitui um dos pilares da crise socioambiental da atualidade. Para alguns estudiosos,<sup>xv</sup> o conceito de Desenvolvimento Sustentável é uma utopia para o presente século, embora defendam a necessidade de se buscar outro modelo de desenvolvimento que supere o modelo atual.

Outro argumento desse grupo que se opôs à criação da “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” é o estabelecimento de um período de dez anos para um processo que precisa ser permanente, livre e autônomo. Além disso, segundo este manifesto, não houve participação dos grupos envolvidos com a temática da EA, em especial com os sujeitos da América Latina, que há muito vêm tentando construir referenciais teóricos

para uma Educação Ambiental crítica, emancipatória, transformadora, e que é herdeira de uma discussão anterior de Educação Popular. A marcação de um período de uma década desconsidera as referências de tempo utilizadas por outras culturas, a exemplo dos povos orientais, das sociedades muçulmanas, judaicas, indígenas, entre outras. Nesse sentido, esse grupo de educadores e educadoras afirmou sua identidade com o conceito Educação Ambiental e não Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

### **11.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL — UM SABER NECESSÁRIO ÀS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS**

Devido à complexidade dos problemas ambientais enfrentados pela sociedade, tais como mudanças climáticas, escassez de água em determinadas regiões, perda da biodiversidade, dentre outros, novos desafios são impostos à EA a todo o momento. Desde a Conferência de Tbilisi, em 1977, a EA foi concebida como um “processo de construção de um saber interdisciplinar e de novos métodos holísticos para analisar os complexos processos socioambientais que surgem na mudança global”.<sup>xvi</sup> Na referida conferência, foram destacadas sete características importantes dessa prática educativa, conforme mostra o resumo do Quadro 11.1.

De acordo com o Quadro 11.1, as características da EA são bastante abrangentes e promissoras, mas será que essa ferramenta está sendo utilizada em sua totalidade visando à mudança de postura dos sujeitos sociais? No que se refere ao sistema de ensino formal, ainda é precário o avanço da EA. Para o pensador Henrique Leff (2001), houve uma incorporação do meio ambiente no currículo da educação formal, porém, essa incorporação limitou-se a internalizar os problemas mais visíveis da degradação ecológica, a exemplo da contaminação dos ecossistemas e o manejo inadequado do lixo:

A educação interdisciplinar, entendida como formação de mentalidades e habilidades para apreender a realidade complexa, reduziu-se à incorporação de uma ‘consciência ecológica’ no currículo tradicional. Contudo, a educação ambiental está longe de ter penetrado e trazido uma nova compreensão do mundo no sistema educacional formal.<sup>xvii</sup>

### QUADRO 11.1 | Características da Educação Ambiental

<b>Características da EA</b>	<b>Justificativa</b>
<b>Processo dinâmico integrativo</b>	EA deve ser um processo permanente no qual os indivíduos tomam consciência de seu meio ambiente e internalizam valores e conhecimentos coletivamente, que sejam capazes de resolver problemas ambientais.
<b>Transformadora</b>	A aquisição de novos valores, competências e habilidades refletirá uma nova postura em relação à sustentabilidade.
<b>Participativa</b>	Por atuar na sensibilização e conscientização do cidadão, contribuirá com a participação individual nos processos coletivos.
<b>Abrangente</b>	Sua relevância extrapola as atividades da escola tradicional, pois envolve a coletividade.
<b>Globalizadora</b>	A EA deve considerar os múltiplos aspectos do ambiente e atuar com visão de alcance local, regional e global.
<b>Permanente</b>	A EA tem um caráter permanente, pois a internalização e a compreensão da complexidade das questões ambientais exigem

	permanência e continuidade constante.
<b>Contextualizadora</b>	A EA deve atuar na realidade das comunidades, porém, sem perder de vista sua dimensão planetária.

Fonte: Adaptado com base em Brasil (1998).

Seguindo as reflexões de Henrique Leff, pode-se dizer que os princípios e os valores que norteiam uma pedagogia do meio ambiente deveriam se articular com uma pedagogia da complexidade, que contribua para que os educandos possam ter uma visão das inter-relações e dos múltiplos processos que integram a vida e o mundo que os cerca. Embora as reflexões do pensador antes mencionado tenham sido escritas há mais de uma década, estudos mais recentes, igualmente, têm apontado poucos avanços na prática da EA, seja nas instituições formais ou não formais de ensino.

De acordo com um estudo realizado em 2009 sobre “Investigação em Educação Ambiental na América Latina: Mapeando Tendências”,<sup>xviii</sup> houve um precário avanço da EA nesta região. O referido estudo mostra que, no caso do Brasil, existem várias iniciativas de EA nos estabelecimentos de ensino, porém, se estivessem mais bem articuladas de forma conveniente e consistente, elas poderiam contribuir de modo mais eficaz para uma mudança de postura dos sujeitos sociais em relação aos recursos da natureza.

Segundo o referido estudo:

Os conhecimentos e práticas que estão sendo compartilhados pelo estilo de pensamento ambiental crítico-transformador não estão sendo incorporados pelos professores que desenvolvem práticas educativas no contexto escolar. Esse dado é preocupante, uma vez que mostra o distanciamento entre o conhecimento produzido nos Programas de Pós-Graduação e as

representações sociais e práticas desenvolvidas no cotidiano escolar.<sup>xix</sup>

Para que a EA seja uma ferramenta de mudança no modo de pensar e agir dos sujeitos sociais, é necessário potencializar os debates acerca dessa prática, indispensável para a construção de um saber ambiental. São esperadas mudanças que sejam capazes, não somente de conscientizar, mas também de sensibilizar as pessoas sobre a importância de todas as formas de vida e suas interligações ou, mesmo, de religar o homem à natureza e ao universo. Segundo reflexões de Leonardo Boff, o homem quebrou os laços da coexistência com a terra e “perdeu a memória sagrada da unicidade da vida em sua imensa diversidade. Esqueceu a teia das interdependências, de comunhão com os seres vivos e com a fonte originária de todo ser. Colocou-se num pedestal solitário a partir do qual ele pretende dominar a terra e os céus”.<sup>xx</sup> Considerando esta reflexão, é urgente que os seres humanos refaçam o caminho de volta, o caminho da religação com esta casa comum chamada Terra e com o próprio Universo. Esta religação requer outro modo de pensar e de se relacionar com o planeta e todas as formas de vida, inclusive com os próprios seres humanos.

Considerando que as instituições de ensino são espaços de construção e socialização de saberes, elas têm um papel importante na formação de sujeitos sociais que sejam capazes de estabelecer outra relação com a natureza: uma relação alicerçada no respeito a todas as formas de vida. Por ser um espaço de convivência social, a escola se caracteriza como um lugar propício para se praticar a EA. É importante que essas instituições inovem seus currículos de acordo com cada momento vivido pela sociedade. Novos conteúdos e metodologias precisam ser integrados aos conteúdos do currículo. Entre os professores, é preciso haver uma reorganização do trabalho pedagógico para que haja atualização dos saberes e das práticas de ensino-aprendizagem.<sup>xxi</sup>

As instituições formais e não formais de ensino têm papel relevante ao implantar em seus projetos educativos uma pedagogia centrada na compreensão da vida e suas diversas inter-relações. É fundamental que a educação se transforme no vetor de mudanças que o mundo precisa para alcançar o desenvolvimento sustentável; que os espaços educativos não sejam apenas locais para formar mão de obra, mas, sobretudo, para formar sujeitos que possam provocar mudanças positivas em seu meio de atuação e convivência diária.

Para construir sociedades mais sustentáveis, é indispensável o diálogo dos saberes, que é uma prática da EA. Isso quer dizer que se deve enveredar pelo campo da interdisciplinaridade, um conceito que vem há anos sendo debatido por diversos teóricos, assim como por aqueles que se ocupam em construir outro modelo de desenvolvimento, alicerçado em uma nova relação do homem com a natureza e do homem com os próprios homens.

#### **11.4 CENÁRIO ATUAL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Nesta seção, será feita uma discussão do cenário atual da EA, incluindo o que foi proposto para a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, bem como o que foi discutido e acordado na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, ou Rio+20, em 2012.

No bojo dos debates relacionados ao meio ambiente, o tema EA passou a fazer parte da agenda de discussão de muitas nações. Na Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, ou Rio+10, ocorrido na África do Sul, em 2002, discutiu-se o Plano de Implementação da EA que já havia sido elaborado e discutido pelos países participantes. Naquele evento, ressaltou-se a importância da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e recomendou-se que a Assembleia Geral estudasse a possibilidade de eleger

a década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, que começou em 2005 e se encerrou em 2014.

Conforme consta em documento da Unesco, “o objetivo global da Década é integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspectos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos”.<sup>xxii</sup>

Coube à Unesco a responsabilidade de implementar essa iniciativa, respeitando as especificidades de cada país e fazendo as devidas articulações com os governos para incluir em seus planos de ações educacionais essa proposta. Essa iniciativa faz parte do projeto Educação para um Futuro Sustentável, criado em 1994, tendo como principal mecanismo ações de aplicação das recomendações relativas à Educação, que foram efetuadas pelas grandes conferências das Nações Unidas na década de 1990 e pelas convenções da Diversidade Biológica, Mudança Climática e Desertificação.<sup>xxiii</sup> Cabe ressaltar que, de acordo com a Unesco, essa proposta não é um novo programa de EA, mas um processo de reorientação de políticas e ações já existentes na construção de um futuro sustentável. Foram definidos (novamente) sete eixos a serem contemplados pela Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Cidadania; Valores Comunitários; Diversidade; Interdependência; Sustentabilidade; Qualidade de Vida e Justiça Social.<sup>xxiv</sup> É importante destacar que não foram encontrados estudos específicos de avaliação da EA nessa década — 2005 a 2014 — para verificar se houve avanços nas propostas da Unesco para “A Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”.

Quanto à Rio+20, ou Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em 2012, o documento final assinado pela Assembleia Geral traz menos de três páginas destinadas à discussão da Educação e seu papel no contexto do desenvolvimento

sustentável, somente dos capítulos 229 ao 235. Segue, assim, um breve resumo do conteúdo desses capítulos.<sup>xxv</sup>

O capítulo 229 basicamente reafirma o compromisso que as nações devem assumir para garantir o direito à educação de qualidade em todos os níveis do ensino, o que é uma condição essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável. Ressaltou-se também a necessidade de fortalecer a cooperação internacional para ajudar os países em desenvolvimento a superar seus “gargalos” relacionados à educação primária. A superação da desigualdade de gênero e da pobreza, bem como o papel das mulheres e dos jovens, igualmente foram ressaltados nesse capítulo. Outro item apontado foi a necessidade de promover o acesso à educação dos grupos minoritários, tais como: portadores de necessidades especiais, povos indígenas e do campo.

Já o capítulo 230 defende que os jovens são protagonistas na construção de um futuro sustentável; ele ressalta que a educação de qualidade e o acesso a ela são condições indispensáveis para a construção desse processo. O documento propõe a melhoria dos sistemas educativos como forma de preparar as pessoas para o desenvolvimento sustentável e propõe a capacitação dos docentes e o desenvolvimento de planos de estudo relacionados com a sustentabilidade. Também foi dado destaque ao uso mais efetivo das tecnologias de informação e capacitação com vistas ao melhoramento da aprendizagem.

O capítulo 231 destaca a necessidade de as nações promoverem a educação ambiental no contexto juvenil para se atingir as metas propostas para a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Já o capítulo 232 ressalta a cooperação internacional para melhorar o acesso à educação, bem como a infraestrutura educacional dos países em desenvolvimento. É proposta a realização de intercâmbio e parcerias internacionais, inclusive no que se refere ao financiamento da educação pelos países desenvolvidos. Em seguida, o capítulo 233 propõe promover a

Educação para o Desenvolvimento Sustentável e integrar esse desenvolvimento de forma mais prática no campo da educação após a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

No capítulo 234, o foco é dado ao incentivo às instituições de ensino para que adotem uma gestão que incentive boas práticas sustentáveis, tendo a participação de alunos, professores e comunidade. Defendem também a adoção da interdisciplinaridade como componente relevante das ações escolares. Por último, o capítulo 235 ressalta a importância de se apoiar as instituições de ensino, em particular as instituições de ensino superior nos países em desenvolvimento. A proposta é promover inovações em pesquisa; na área da educação, o objetivo é desenvolver programas de qualidade, incluindo a formação em habilidades de negócios e conhecimento, o que abrange a formação profissional, técnica e de aprendizagem ao longo da vida, visando a sanar deficiências em habilidades e avançar no alcance dos objetivos relacionados ao desenvolvimento sustentável.

Uma crítica que se pode constatar em relação aos capítulos que tratam da Educação é que eles não mencionam o conceito EA, mas Educação em seu sentido geral ou atrelada ao conceito Desenvolvimento Sustentável. O conceito EA, no entanto, abrange valores e outras questões que vão além do desenvolvimento voltado apenas à sustentabilidade.<sup>xxvi</sup>

## **11.5 ALGUMAS PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Pretende-se nesta seção apresentar alguns setores ligados às atividades humanas onde se pode aplicar no dia a dia as práticas de EA, seja no nível individual ou coletivo. Foram selecionados cinco setores nos quais as atividades humanas causam impactos ambientais relevantes, que são: água, alimentos, transportes, energia elétrica e resíduos.<sup>xxvii</sup> A escolha de tais setores se justifica por considerá-los indispensáveis ao cotidiano dos

sujeitos sociais, em especial daqueles que vivem no meio urbano. Teceu-se algumas considerações sobre os cinco setores mencionados e seus principais impactos ambientais.

### **11.5.1 Água — fonte da vida e um bem cada vez mais ameaçado**

Este recurso é essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam o planeta. Já são evidentes os problemas relacionados à falta de água potável em diversas regiões do globo terrestre devido, principalmente, ao crescimento populacional do século XX e à sua concentração em zonas urbanas, bem como à falta de uma gestão adequada desse recurso natural. As projeções da ONU revelam que se medidas de uso racional da água não forem adotadas, em 2050 mais de 45 % da população mundial estará vivendo em países sem condições de garantir a cota mínima desse recurso por pessoa, que são 50 litros dia.<sup>xxviii</sup>

Diversas ações podem contribuir para o uso racional dos recursos hídricos, seja no âmbito individual, empresarial ou governamental. Há problemas relacionados aos recursos hídricos em nível mundial e que afetam as relações entre as sociedades humanas e o planeta Terra. Nesse contexto, o controle do uso da água deve ficar a cargo das comunidades humanas. Os sujeitos sociais têm papel importante na gestão e uso dos recursos hídricos, seja pressionando as empresas a utilizarem modos de produção menos poluentes e se responsabilizarem pelos resíduos gerados, seja exigindo das autoridades competentes o gerenciamento adequado desse recurso indispensável à vida.<sup>xxix</sup> Também é necessário cobrar dos representantes políticos que fiscalizem e regulem as ações empresariais.

### **11.5.2 Alimentos — produzir e consumir de modo sustentável**

Desde o período nômade até o desenvolvimento das atividades agrícolas, os seres humanos sempre dependeram da natureza para obter seus alimentos.

Durante muitos anos de sua trajetória, os seres humanos viveram próximos à natureza retirando dela somente o necessário à sua sobrevivência. Porém, com a Revolução Verde, na década de 1960, que foi uma consequência da Revolução Industrial, o modelo de produção agrícola foi alterado sobremaneira. Essa revolução tecnológica e de melhoramento genético das plantas, assim como de produção de adubos químicos, permitiu o aumento da produção agrícola, porém vem causando diversos impactos negativos, a exemplo da devastação de florestas nativas e do uso intensivo e abusivo de recursos hídricos e de produtos químicos, que contaminam o solo, a água e a saúde dos seres humanos e da biodiversidade.

No setor da alimentação, não são somente as práticas de produção que geram impactos. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), “um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado anualmente, ao custo de US\$ 750 bilhões”,<sup>xxx</sup> o que causa não só problemas financeiros aos países, mas danos aos recursos naturais. Apesar dos impactos negativos, não se pode negar a relevância da atividade agrícola no contexto social e econômico; o que precisamos, portanto, é buscar alternativas para diminuir os impactos causados por esta atividade indispensável à sobrevivência dos seres humanos. Uma alternativa é utilizar os princípios da agroecologia visando a uma produção mais sustentável.<sup>xxxi</sup>

### **11.5.3 Transportes e sustentabilidade**

Os meios de transporte são fundamentais em nossa sociedade. Direta ou indiretamente, eles fazem parte do cotidiano das pessoas, seja em termos de locomoção ou para receber os produtos que chegam até os supermercados, lojas e outros estabelecimentos comerciais. O problema é que grande parte dos meios de transporte utilizados tem como matriz energética os combustíveis fósseis, a exemplo da gasolina, do gás natural e do óleo diesel.

Além de lançar grandes quantidades de gases na atmosfera, causando altos índices de poluição e o aumento do efeito estufa, esse tipo de energia não é renovável. Sabe-se que nos grandes centros urbanos o transporte individual é muito utilizado e causa graves problemas à qualidade de vida das pessoas, a exemplo da poluição atmosférica, dos ruídos excessivos e de grandes congestionamentos. Os danos causados pelo setor de transportes, seja na dimensão ambiental ou social, geram custos que impactam na economia dos países.<sup>xxxii</sup>

#### **11.5.4 Energia elétrica**

Muitos dos problemas ambientais estão relacionados à energia, a exemplo de chuvas ácidas, poluição, destruição da camada de ozônio, aquecimento global, destruição da flora e fauna, dentre outros. Com a Revolução Industrial e com o aumento populacional, houve uma progressão na produção de bens materiais e do consumo, em especial nos países desenvolvidos. A maior parte da energia produzida no mundo é consumida por apenas 25 % da população.<sup>xxxiii</sup> Os países industrializados são os maiores consumidores, no entanto é preciso considerar que o crescimento da população nos países em desenvolvimento trará ainda mais aumento no consumo de energia elétrica, o que requer o uso mais adequado desse recurso.

#### **11.5.5 Resíduos — um problema para as sociedades**

Considerado um dos maiores problemas das sociedades modernas, mais conhecido como “lixo”, este setor precisa de uma atenção especial por parte de todos os segmentos sociais. A natureza tem um ciclo natural em que nada se perde e tudo se transforma, conforme demonstram as leis da termodinâmica; na natureza, não existe lixo. Contudo, o estilo de vida da sociedade moderna fez com que o “lixo” se tornasse um dos grandes

problemas da humanidade. Por um lado, extrai-se mais recursos da natureza e, por outro, cresce a montanha de materiais produzidos e descartados. Como a natureza não consegue reciclar essa quantidade de materiais, os resíduos acabam se tornando um vetor perigoso de contaminação e doenças. No Brasil, muito recentemente se instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada pela Lei nº 12.305, de 2010, que não será possível discuti-la neste capítulo, mas que vale a pena ser estudada por aqueles que se interessam pelo tema.

Os resíduos estão distribuídos em várias classes: lixo domiciliar ou comercial; lixo público; lixo hospitalar; lixo industrial; lixo agrícola, entre outros. Há também os resíduos perigosos (pilhas, baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes), cada qual devendo receber um tratamento diferenciado, porém no Brasil o tratamento e a destinação do lixo, no geral, está longe do ideal.<sup>xxxiv</sup> Neste contexto, não poderíamos deixar de comentar, mesmo que brevemente, o problema social relacionado a ele. Milhares de pessoas em todo o País sobrevivem desse setor, seja em lixões a céu aberto ou recolhendo “lixo” nas ruas. Esses agentes ambientais exercem uma função importante para a sociedade e para o planeta, no entanto são pessoas que trabalham e vivem à margem da sociedade em condições degradantes, muitas vezes isentas de direitos trabalhistas, além de sofrerem discriminação da própria sociedade.

## 11.6 CONCLUSÕES

Refletir e escrever sobre a Educação Ambiental exige um resgate desta temática desde os primórdios do movimento ambientalista. Neste estudo de revisão literária, pôde-se constatar uma quantidade significativa de documentos, leis, resoluções, livros, eventos e pesquisas sobre o referido tema, o que mostra o interesse de diversos sujeitos para com a EA. Porém, percebe-se que, no caso do Brasil, o tema só ganhou notoriedade a partir da

década de 1990, com a Rio 92. Instituições governamentais, como o Ministério da Educação e do Meio Ambiente, passaram a abrir espaços em suas agendas para a EA.

As instituições de ensino foram abraçando esta causa e aos poucos a EA foi permeando os diversos espaços sociais, tais como escolas, ONGs, meio político, empresas, dentre outros. No entanto, o que se pode perceber ao fazer este resgate histórico é que a EA ainda não se tornou um instrumento amplo de conscientização e transformação da sociedade no que diz respeito ao uso sustentável dos recursos da natureza.

Um modelo de Educação Ambiental que abarque a complexidade das múltiplas relações deve, necessariamente, ser perpassado por uma visão crítica e transformadora, capaz de contribuir para direcionar a sociedade a um novo paradigma de desenvolvimento, em que a complexidade das múltiplas relações entre os seres humanos e seu meio ambiente, seja o natural ou não, também esteja inserida. É fundamental que a EA a ser desenvolvida nos sistemas de ensino desperte nos indivíduos uma consciência que abarque a ética, e uma visão democrática e de autonomia, pois a complexidade dos problemas ambientais está diretamente relacionada às questões sociais, econômicas, culturais e políticas das sociedades humanas, o que requer um tipo de conscientização além da transmissão de saberes. Exige, portanto, metodologias e ações voltadas para estimular nos sujeitos sociais uma visão sistêmica da vida e de tudo que os cerca, o que torna a prática da Educação Ambiental um desafio constante para aqueles que se propõem a trabalhar com esta temática.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS<sup>xxxv</sup>

---

- **Agenda 21:** documento elaborado pelos países participantes da Rio 92, que propõe uma agenda de ações a ser adotada no âmbito global, nacional e local, no intuito de promover um novo modelo de desenvolvimento. O documento teve contribuições de governos e de

organizações da sociedade civil de 179 países. Na verdade, constitui um processo de ações que antecedeu a Rio 92. A Agenda 21 contém 40 capítulos, 115 programas e mais de 2000 ações a serem implementadas.

- **Desenvolvimento sustentável:** conceito que surgiu no final do século XX, em resposta ao esgotamento do modelo de produção e consumo vigentes. Em síntese, é o “desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas necessidades”. Essa definição surgiu em 1987, enunciada no Relatório Brundtland, ou Nosso Futuro Comum. A princípio, o conceito pretendia abarcar apenas os aspectos econômicos, sociais e ambientais, porém, na atualidade, as perspectivas são mais amplas, abrangendo aspectos ecológicos, ambientais, sociais, políticos, culturais, demográficos, institucionais e espaciais.
- **Educação ambiental:** é um processo que tem por objetivo informar e conscientizar os sujeitos sociais, seja individual ou coletivamente, sobre as questões relativas ao meio ambiente, contribuindo para despertar uma consciência crítica e transformadora para enfrentar as questões de natureza socioambientais da sociedade moderna. A EA deve ser desenvolvida em um contexto de complexidades, visando não somente à mudança cultural, mas também a social, a ética e a política.
- **Interdisciplinaridade:** em síntese, é a interação entre disciplinas distintas ou saberes. A interdisciplinaridade requer outro modo de enxergar a vida e todos os fenômenos que a cerca. Pode ser conceituada, também, como um procedimento de união dialógica das contribuições disciplinares e necessárias para a análise de um objeto complexo — a exemplo dos problemas ambientais.
- **Paradigma:** quer dizer modelos construídos e aceitos pela sociedade. Thomas Kuhn foi um dos teóricos que discutiu os paradigmas construídos pela humanidade e definiu este conceito como as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum

tempo, forneceram problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. Os paradigmas não são algo estanque, eles precisam se modificar conforme as mudanças e demandas da sociedade. A mudança de paradigmas é um dos percalços para se atingir o desenvolvimento sustentável em suas diversas dimensões.

## QUESTÕES

As perguntas a seguir e suas respectivas respostas estão relacionadas aos cinco setores apresentados na Seção 11.5 sobre algumas práticas de Educação Ambiental.

- 11.1 **Água** O Brasil é um país privilegiado pela quantidade de recursos hídricos dentro de seu território, porém a ideia de que este é um recurso em abundância gerou uma cultura do desperdício. Neste contexto, o que a população pode fazer para utilizar este recurso de forma adequada, respeitando a capacidade de reposição da natureza?
- 11.2 **Alimentos** Sobre a produção agrícola, quais ações estão ao alcance dos sujeitos sociais para minimizar os impactos ambientais?
- 11.3 **Transportes** O que se pode fazer para diminuir os impactos advindos do setor de transportes?
- 11.4 **Energia** Como atender à demanda por este bem sem causar grandes impactos ambientais?
- 11.5 **Resíduos** No contexto dos resíduos, a pergunta que se coloca é: como contribuir para minimizar os problemas relacionados a este setor?

## LEITURA COMPLEMENTAR

BRASIL. *A implantação da educação ambiental no Brasil*. Brasília, DF, 1998. 166p.

- GONZÁLEZ-GAUDIANO, E.; LORENZETTI, L. Investigação em educação ambiental na América Latina: Mapeando tendências. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 25 n. 3, dez. 2009. p. 191-211. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/edur/v25n3/10.pdf>. Acesso em: out. 2011.
- LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução de Lucia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 223.
- MELLO, S. S.; TRAJBER, R. *Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola*. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental; Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: Unesco, 2007.
- MENDES, M. da G.; FERNANDES, M. C. da S. G. Inovação curricular e práticas interdisciplinares. In: COSTA, A. D. M. da; SICCA, N. A. L.; FERNANDES, M. C. da S. G. *Questões curriculares – políticas e práticas escolares*. Florianópolis: Insular, 2007. 152p.
- TRIGUEIRO, A. *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 349.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i BOFF, L. *Saber cuidar. Ética do Humano – Compaixão pela Terra*. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
- ii Grande parte das informações desta seção foram retiradas do seguinte documento: BRASIL. *A implantação da educação ambiental no Brasil*. Brasília, DF, 1998.
- iii BRASIL. *Diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental*, 2012, p. 9. Disponível em: [portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=10955&Itemid=](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=10955&Itemid=). Acesso em: nov. 2013.

- iv TRIGUEIRO, André. *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 349.
- v BRASIL. *A implantação da educação ambiental no Brasil*, Brasília, DF, 1998.
- vi Idem a v, p. 29.
- vii Idem a v.
- viii Idem a v, p. 54.
- ix Idem a v, p. 67.
- x BRASIL. *Um pouco da história da educação ambiental*: Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/historia.pdf>. Acesso em: nov. 2013.
- xi \_\_\_\_\_. *Resolución aprobada por la asamblea general, 2002*. Documentos de referência. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/htms/docsrefs.htm>. Acesso em: out. 2013.
- xii \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Documentos de Referência*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/htms/docsrefs.htm>. Acesso em: maio 2013.
- xiii \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Sinopse do manifesto pela educação ambiental*. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/arqs/manifesto\\_ea.pdf](http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/arqs/manifesto_ea.pdf). Acesso em: maio 2013.
- xix \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Manifesto da educação ambiental, 2005. Documentos de referência*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/htms/docsrefs.htm>. Acesso em: maio 2013.
- xv VEIGA, J. E. da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- xvi LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução de Lucia Mathilde Endlich Orth.

- Petrópolis: Vozes, 2001. p. 223.
- xvii Idem a xvi, p. 243.
- xviii GONZÁLEZ-GAUDIANO, E.; LORENZETTI, L. Investigação em educação ambiental na América Latina: Mapeando tendências. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, dez. 2009. p. 191-211. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/edur/v25n3/10.pdf>. Acesso em: out. 2011.
- xix Idem a xviii.
- xx BOFF, L. *Ética e moral: a busca dos fundamentos*. Rio de Janeiro: Vozes, 2003. p. 13.
- xxi MENDES, M. da G.; FERNANDES, M. C. da S. G. Inovação curricular e práticas interdisciplinares. In: COSTA, A. D. M. da; SICCA, N. A. L.; FERNANDES, M. C. da S. G. *Questões curriculares – políticas e práticas escolares*. Florianópolis: Insular, 2007. 152p.
- xxii ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). *Década da educação das nações unidas para um desenvolvimento sustentável, 2005-2014: Documento final do esquema internacional de implementação*. Brasília, Unesco, 2005. p. 16.
- xxiii Idem a xiv.
- xxiv BRASIL. Ministério da Educação. *Década da educação para o desenvolvimento sustentável*. Brasília: Série Documentos Técnicos, n. 4, 2005.
- xxv ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Resolución aprobada por la asamblea general - El futuro que queremos*, p. 49, sept. 2012. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N1147613.pdf>. Acesso em: out. 2013.
- xxvi VELASCO, S. L. Anotações sobre a “Rio + 20” e a educação ambiental ecomunitarista. *Revista Eletrônica do Mestrado Educação Ambiental*. Volume especial, mar. 2013. Disponível em:

<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3442>. Acesso em: maio 2013.

- xxvii BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Consumo sustentável: manual de educação*. Brasília, 2002.
- xxviii Idem a xxvii.
- xxix PETRELLA, R. *O manifesto da água: argumentos para um contrato mundial*. Tradução de Vera Lúcia Mello Joscelyne. Petrópolis: Vozes, 2002.
- xxx FAO. *Relatório sobre o impacto ambiental do desperdício de alimentos*. Disponível em: <http://www.onu.org.br/fao-lanca-relatorio-sobre-o-impacto-ambiental-do-desperdicio-de-alimentos/>. Acesso em: dez. 2013.
- xxxi CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. Brasília, MDA/SAF/DATER, 2007.
- xxxii MOTA, J. A. *O valor da natureza: economia e políticas dos recursos ambientais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- xxxiii GOLDEMBERG, J. O caminho até Joanesburgo. In: TRIGUEIRO, A. *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 349.
- xxxiv ZANETI, I. C. B; SÁ, L. M; ALMEIDA, V. G. Insustentabilidade e produção de resíduos: a face oculta do sistema do capital. *Revista Sociedade e Estado*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 173-192, jan.-abr. 2009.
- xxxv Idem a iv.

*Um primeiro passo para a integração da sustentabilidade na gestão econômica é o estabelecimento de uma melhor avaliação do papel crucial do ambiente como fonte de capital natural e como um sumidouro de subprodutos gerados durante a produção de capital humano e outras atividades humanas. Dado que o desenvolvimento sustentável engloba as dimensões social, econômica e ambiental, também é importante que os procedimentos nacionais de contabilidade não se limitem à medição da produção de bens e serviços convencionalmente remunerados... Um programa para desenvolver sistemas nacionais de contabilidade econômica e ambiental integrada em todos os países é proposto.*

(Agenda 21, Capítulo 8)

## 12.1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios atuais da comunidade internacional é como saber se o desenvolvimento econômico é sustentável no longo prazo. As questões básicas referem-se a quanto dos recursos naturais pode ser consumido pelas atividades econômicas e quanto dos recursos deve ser mantido conservado e restaurado para o futuro, para que tanto o desenvolvimento econômico quanto o meio ambiente não sejam negativamente afetados. O Produto

Interno Bruto convencional não revela o estado do meio ambiente ou o verdadeiro padrão de vida da população por excluir os ativos ambientais<sup>i</sup> e os serviços ecossistêmicos em sua contabilização, oferecendo um retrato distorcido dos planos econômicos. Assim, os planos de desenvolvimento com base em indicadores macroeconômicos não ajustados podem levar ao desenvolvimento insustentável.

Os ativos ambientais e seus serviços ecossistêmicos representam a riqueza de um país em seu significado mais amplo. Incorporar o valor desses ativos no Sistema de Contas Nacionais (SCN) e na análise do crescimento econômico real considerando a depleção e a degradação desses ativos auxilia os países a identificar, reduzir e mitigar os riscos econômicos reais associados à exaustão dos recursos naturais. Esta incorporação também dá suporte à identificação de oportunidades para proteger, quando possível, e restaurar o ambiente natural que é crucial, se considerarmos a questão intergeracional com contínuo crescimento econômico sustentável.

Esta visão é coerente com a noção de sustentabilidade: dar às gerações futuras o poder de decisão, de escolha, na medida em que se investe em alternativas ao modelo vigente. Não se busca substituir apenas os ativos ambientais por simples capital reprodutível, mas por alternativas ao *status quo*.

As economias dependem de forma crucial do meio ambiente tanto no suprimento de recursos naturais e serviços ecossistêmicos quanto para seu funcionamento como um “receptor” de emissões, resíduos e rejeitos. Uma preocupação com o Sistema de Contas Nacionais (SCN 2008) é que este não reflete apropriadamente a dependência das atividades econômicas em relação ao meio ambiente e aos recursos naturais. A tentativa de instaurar formas de internalizar os valores econômicos das perdas dos recursos naturais ajustando o valor do PIB para captar esses valores é desafiadora, mas identificar e gerenciar as perdas ambientais, atribuindo valores, auxiliam a obtenção de melhores informações e métodos cada vez mais

apurados. Em outras palavras, a deterioração ambiental deve ser conhecida e internalizada nos cálculos econômicos. É assim que a noção de Contabilidade Ambiental (CA) surgiu, tanto em unidades físicas quanto em valores monetários.

A finalidade deste capítulo é descrever a história e a evolução da contabilidade ambiental até os dias de hoje, definindo as formas existentes de contabilização do capital natural,<sup>ii</sup> suas vantagens, desvantagens e desafios futuros.

O caminho da sustentabilidade requer mudança tanto da natureza do consumo, quanto do crescimento de um país. A composição do PIB deve ser alterada, com a migração de setores da economia intensivos em depleção, ou degradação, de recursos naturais para atividades intensivas em conhecimento e uso sustentável de recursos naturais, onde há a combinação de “crescimento econômico” com inclusão social. O grande desafio está em como promover a transversalidade, considerando os múltiplos interesses que permeiam a governança global e/ou local, sejam eles econômicos, sociais ou ambientais.

O argumento central é que a análise econômica convencional e as políticas ainda ignoram a interação entre a economia e o meio ambiente. Para obter uma visão mais ampla do desempenho econômico, os custos de depleção e degradação precisam ser contabilizados a partir de um sistema integrado econômico-ambiental amplamente acordado e implementado. Este sistema requer claros conceitos, classificações econômicas e ambientais compatíveis e indicadores comensuráveis.

O capítulo está estruturado da seguinte forma. A Seção 12.2 aborda a história da contabilidade ambiental. Ao longo da Seção 12.3 há o detalhamento das deficiências do SCN, que levaram ao desenvolvimento das contas satélites, dentre estas as contas satélites ambientais mais comumente chamadas de Sistemas Integrados de Contabilidade Econômica e Ambiental (SICEA). Na Seção 12.4, descrevemos o método de

contabilização SICEA e sua estrutura em detalhes. Na Seção 12.5, apresentamos a prática da contabilidade ambiental em alguns países.

O SICEA, conforme veremos ao longo deste capítulo, é uma proposta para os países conhecerem e mensurarem seus estoques e fluxos de seus ativos ambientais e seus serviços ecossistêmicos, entender como sua economia depende deles e, então, elaborar o planejamento do desenvolvimento.

O método SICEA vem sendo aperfeiçoado ao longo do tempo; em 2012, lançou sua mais nova estrutura de contabilização ambiental revisando o SICEA 1993 e o SICEA 2003. O Banco Mundial ainda criou a CRASE<sup>iii</sup> ou WAVES — Contabilidade da Riqueza e Avaliação dos Serviços Ecossistêmicos, uma parceria global, dando apoio técnico à implementação do SICEA a partir de projetos-piloto e parcerias com os países-membros das Nações Unidas. A iniciativa SICEA foi resultado do trabalho conjunto entre Nações Unidas, Banco Mundial, Comissão Europeia, Fundo Monetário Internacional (FMI), Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) e FAO (Food and Agriculture Organization).

## 12.2 HISTÓRIA DA CONTABILIDADE AMBIENTAL

As origens da contabilidade ambiental remetem ao início da década de 1970 em diversos países europeus. Neste período, houve o aumento da preocupação ambiental devido à expansão da hidroeletricidade, à superexploração dos estoques de peixe e à descoberta de significativas reservas de óleo e gás. Além disso, o evento importante que trouxe à tona a percepção de que existem problemas cruciais para o futuro desenvolvimento da humanidade foi a publicação, em 1972, do livro *The Limits to Growth*, ou, como frequentemente é chamado, o Relatório do Clube de Roma. Neste período também houve a combinação do aumento do desmatamento com forte crescimento populacional, e o livro apontava para

o perigo dos limites da natureza levarem a um colapso da economia mundial em meados do século XXI.

Este sentimento se refletiu de forma objetiva no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), quando foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente — PNUMA (em inglês, UNEP), no final de 1972. Preocupada com a crise do petróleo em 1973, a Dinamarca iniciou a compilação de contas de fluxo energético em torno de 1975, com o objetivo de propor melhorias na eficiência energética e na redução do consumo energético. Em 1978, a Noruega desenvolveu contas de recursos naturais como uma ferramenta para melhor gerenciar os recursos naturais e o meio ambiente. Ao longo da década de 1980, a França estabeleceu um sistema de contas para mensurar, tanto qualitativa<sup>iv</sup> como quantitativamente, o estado e evolução do “patrimônio natural”.<sup>v</sup> Todas essas iniciativas se concentraram predominantemente na descrição física dos recursos naturais em uso.

Até a segunda metade da década de 1980, não havia nenhuma iniciativa explícita focada no ajuste de indicadores macroeconômicos (PIL, PNL, PNB ou PIB). O desenvolvimento desses ajustes às contas nacionais foi influenciado pela crescente preocupação de que esses indicadores não internalizam apropriadamente a depleção e a degradação dos ativos ambientais oriundas das atividades econômicas. Na Holanda, o economista R. Hueting se dedicou a criar estimativas de renda nacional sustentável considerando a depleção e degradação do meio ambiente,<sup>vi</sup> que originaram o desenvolvimento das contas de fluxos físicos, ou NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*, ou Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais). As contas ambientais do NAMEA permitem que as informações físicas e econômicas possam ser comparáveis.

Nos países em desenvolvimento, ao longo da década de 1980, o Banco Mundial e o PNUMA patrocinaram diversos *workshops*<sup>vii</sup> para fomentar o consenso sobre a necessidade de estimular avanços no sentido de vincular a

contabilidade ambiental ao Sistema de Contas Nacionais. Em resposta, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (hoje UNSD e, na época, UNSTAT) iniciou os trabalhos sobre o assunto na Associação Internacional para a Revisão de Renda e Riqueza (IARIW).<sup>viii</sup>

Em 1989, um importante estudo foi elaborado pelo World Resource Institute,<sup>ix</sup> o qual estimou os custos de depreciação dos recursos naturais da Indonésia e mostrou que geraria significativos ajustes descendentes de suas taxas de crescimento. No período de 1989-1992, o Banco Mundial e a UNSD conduziram diversos projetos-piloto em países como México, Papua Nova Guiné, entre outros. Estes estudos testavam o *framework* contábil que estava sendo elaborado e o qual foi publicado pelas Nações Unidas como Contabilidade Integrada Econômica e Ambiental.<sup>x</sup>

No Brasil, importantes estudos foram publicados sobre o assunto por Young e Serôa da Motta a partir de 1991, analisando a depleção de recursos minerais, a emissão de poluentes industriais, a perda de recursos madeireiros por causa do desmatamento na Amazônia e a depreciação do capital natural na economia brasileira devido ao uso dos recursos minerais, hídricos e florestais.

Apesar de a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ter sido criada em 1983 pelas Nações Unidas, o conceito de “desenvolvimento sustentável” foi lançado em 1987, com a publicação de “O Nosso Futuro Comum”, ou “Relatório Brundtland”. Estimulado por este e pelos eventos que se desencadearam, a maioria dos programas de contabilidade ambiental — tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento — se desenvolveu no início da década de 1990.

O desenvolvimento sustentável, conforme o Relatório Brundtland, insere a questão intergeracional, isto é, o compromisso com as futuras gerações.

Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.<sup>xi</sup>

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), realizada no Rio de Janeiro em 1992 e também chamada de “Cúpula da Terra”, contou com delegações de 178 nações e oficializou a noção de desenvolvimento sustentável, definida no Relatório Brundtland, em 1987, como paradigma para o desenvolvimento socioeconômico aliado à conservação dos recursos naturais, podendo ser considerado o grande estímulo para a contabilidade ambiental via Agenda 21.<sup>xii</sup>

Estabelecer sistemas de contabilidade econômica e ambiental integrada (...) em todos os Estados-Membros, o mais rapidamente possível, com o objetivo principal de expandir os sistemas existentes de contas econômicas nacionais, a fim de integrar as dimensões ambiental e social no quadro contábil.

Em 1994, o Tratado da Comunidade Europeia apontou como um dos objetivos políticos mais importantes de todos os países-membros (art. 2º) o crescimento sustentável que respeite o meio ambiente. Para isso, recomenda a integração da proteção ambiental na definição e execução das políticas. A publicação da Comissão Europeia intitulada “Crescimento, Competitividade e Emprego” (EU, 1993) destaca a necessidade de um “novo modelo de desenvolvimento” e salienta a importância de uma abordagem integrada que compreenda o crescimento econômico, qualidade de vida, emprego, desenvolvimento local e ambiental. Não havia até então nenhum instrumento de orientação política e informação ao público. Define como necessidade prioritária a harmonização de um sistema europeu único de contas e indicadores econômicos e ambientais integrados, com isso

identificando os problemas dos vários setores econômicos, suas políticas em diferentes níveis, que permitiria a comparação entre os estados-membros, consolidando, assim, um plano de ação para a contabilidade verde nos países da Europa. Neste mesmo ano, o Escritório de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) inaugurou o financiamento de vários projetos-piloto<sup>xiii</sup> nos países da Comunidade Europeia.

A comunidade estatística criou o *London Group on Environmental Accounting*, em 1994, um fórum integrado por especialistas em contabilidade, oriundos tanto de países desenvolvidos quanto de países em desenvolvimento que discutem os programas de contabilidade ambiental. No ano 2000, a UNSD e o UNEP publicaram o Manual Operacional de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada<sup>xiv</sup> e, em 2003, o Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA).<sup>xv</sup> Apesar de o SICEA 2003 ter representado um grande avanço em direção à integração das contas, ainda não apresentava recomendações únicas no que se refere a várias questões. Por isso, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas estabeleceu um Comitê de *Experts* em Contabilidade Ambiental-Econômica (UNCEEA), em março de 2005, tendo como um dos principais objetivos o processo de desenvolvimento do SICEA como padrão internacional estatístico. Este Comitê elaborou três documentos separados.

- O *Framework Central* SICEA (SICEA CF), que detalha as contas ambientais consideradas maduras o suficiente para serem incluídas no padrão internacional das contas nacionais.
- O SICEA CEE, também chamado de Contabilidade Ecológica Experimental SICEA, consiste nos tópicos para os quais ainda não há consenso, ou para os casos em que há experiência limitada, mas que são altamente relevantes para efeito de criação de políticas. O SICEA CEE não é padrão internacional reconhecido, mas representa o “estado da arte” do *framework* conceitual que pode ser usado pelos países para testes e experimentações adicionais.

- O SICEA EA, também chamado de Extensões e Aplicações SICEA, engloba as aplicações das contas presentes nos documentos antes citados no sentido de criar uma ponte entre os compiladores e analistas com o SICEA FC.

O SICEA CF foi aprovado em fevereiro de 2012 como padrão internacional estatístico e contém, pela primeira vez, uma única recomendação sobre o tratamento da mensuração e contabilização da depleção dos recursos naturais, e propõe vários agregados de renda e poupança ajustados pela depleção. O Comitê do Programa Estatístico aprovou em 2003 a Estratégia Europeia de Contabilidade Ambiental (EECA), que, em uma revisão em 2008, recomendou, entre outras coisas, estabelecer uma base legal para a contabilidade ambiental. A recomendação foi realizada por meio da Regulação sobre Contabilidade Ambiental Econômica, efetivada pelo Parlamento e pelo Conselho Europeu em 2011 e atualizada (ampliada) em 2014.

A Conferência Rio+20 realizada em 2012, segundo Young, frustrou as expectativas em termos de metas e rumos claros para a tão desejada transição para o desenvolvimento sustentável. Contudo, outro aspecto da Cúpula foi mais bem-sucedido: os acordos firmados por governos subnacionais, organismos não governamentais e empresas.<sup>xvi</sup>

Embora as instituições multilaterais tenham pouca eficiência para criar mecanismos de governança no sistema internacional vigente, a Cúpula foi apresentada como uma oportunidade para tratar da transição para uma economia verde, ou seja, uma economia pouco intensiva em carbono, eficiente no uso dos recursos e socialmente inclusiva.<sup>xvii</sup>

Economia verde é a que resulta em melhoria no bem-estar e na igualdade social, e ao mesmo tempo reduz de forma significativa os riscos ambientais e a escassez ecológica.<sup>xviii</sup>

O que há em comum entre os conceitos de “desenvolvimento sustentável” e a “economia verde” é a sensação de “urgência” em mensurar e valorar o capital natural existente no planeta englobando-o no sistema econômico como um todo.

### **12.3 SISTEMA DE CONTAS NACIONAIS E A CRIAÇÃO DAS CONTAS SATÉLITES**

O Sistema de Contas Nacionais<sup>xix</sup> (SCN) é o padrão estatístico internacional com diretrizes específicas em como compilar um conjunto de contas inter-relacionadas, as quais possibilitam obter uma descrição legível da atividade econômica em termos de produção, consumo, acumulação de ativos, entre outros. Foi implementado em 1947 e, desde então, permanentemente revisado e ampliado.<sup>xx</sup>

O SCN descreve as transações que ocorrem no mercado entre as unidades institucionais, tais como empresas (financeiras ou não financeiras) e famílias. Essas unidades podem ser classificadas também em setores institucionais (governo, empresas financeiras etc.) ou em atividades econômicas, como agricultura, petróleo, mineração. As transações são descritas em uma sequência de contas: as contas correntes (produção, distribuição e uso da renda) fornecem informações sobre a produção e o valor adicionado oriundo das atividades econômicas e várias noções de renda, com os principais indicadores sendo o Produto Interno Bruto (PIB), a Renda Nacional Líquida (RNL) e a poupança. As contas acumuladas (capital, financeira, outras mudanças nos volumes) descrevem mudanças na propriedade dos ativos. O patrimônio líquido (PL) resultante e as mudanças neste PL são lançados nos balanços patrimoniais.

O escopo do SCN é definido por uma série de fronteiras, mas a mais importante delas é a fronteira da produção, que define quando uma atividade é considerada produtiva, ou seja, gera produto/renda. O

pressuposto é de que toda a produção de bens e serviços esteja dentro da fronteira da produção e deve ser considerada para os cálculos das variáveis das contas nacionais. Esta tem seus limites definidos, segundo o SCN 2008, como toda a produção destinada ao mercado, quer para venda ou para permuta. Inclui ainda os bens e serviços fornecidos gratuitamente às famílias ou à comunidade pelos serviços da administração pública ou pelas instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias, bem como algumas atividades realizadas pelas famílias para o próprio uso.<sup>xxi</sup> A ótica da renda também segue as mesmas convenções adotadas para a determinação da fronteira de produção e corresponde a sua distribuição funcional. É importante observar que o conceito de renda representa a receita oriunda da produção de novos bens e serviços, excluindo, portanto, a receita obtida por troca e transferência de ativos.

A diferença entre a renda gerada e o montante gasto em consumo em um período indica a variação de riqueza ou acumulação de ativos produzidos em uma economia em determinado período. (...)

Assim,

os estoques de bens acumulados ao final do período de um determinado período contábil só podem ser considerados como adição de riqueza à economia como um todo quando tratados em termos de variações líquidas em relação ao período anterior.<sup>xxii</sup>

Em suma, o SCN é usado para compilar medidas das atividades econômicas conforme convenções contábeis rígidas baseadas nos princípios econômicos. As recomendações são expressas em termos de um conjunto de conceitos, definições, classificações e regras contábeis que compõem o padrão estatístico internacionalmente reconhecido para medir tais itens,

como o Produto Interno Bruto (PIB), sendo este o indicador mais frequentemente usado para refletir o nível de atividade econômica de um país. O *framework* contábil do SCN permite que os dados econômicos sejam compilados e apresentados em um formato desenhado para análise econômica, tomada de decisões e formulação de políticas.

As contas satélites foram criadas para permitir certa flexibilidade às convenções do padrão SCN. As mais conhecidas são as contas de turismo e de saúde. As contas ambientais estão presentes no SCN 2008, por meio do SICEA, já mencionado. O SICEA integra as estatísticas ambientais com as econômicas usando princípios de organização (tal como residência), classificações (tais como ISIC) e definições do SCN.

Outro aspecto importante do SICEA é que complementa o escopo do SCN com descrições físicas de estoques e fluxos (por exemplo, contas de árvores em pé, captações de água, cobertura do solo). No SICEA há clara distinção entre ativos cultivados (plantações) e ativos naturais (floresta nativa). Também contém um conjunto de contas que descrevem as atividades e transações ambientais (taxas e subsídios) e os gastos com proteção ambiental.

Na prática, o trabalho do contador ambiental consiste em integrar as estatísticas ambientais e de energia com as estatísticas econômicas. A integração significa ajustar os dados que correspondem aos conceitos, definições e classificações das contas nacionais. Por exemplo, enquanto o balanço energético nos dá um panorama sobre o uso e transformação da energia dentro de uma fronteira geográfica de um país, uma conta de energia mostra um quadro econômico do uso energético das unidades residentes de um país; isso mostra a oferta e a demanda dos produtos energéticos das atividades econômicas. Similarmente, o inventário de emissões usadas nos relatórios da CQNUMC<sup>xxiii</sup> exclui as emissões de gases de efeito estufa inerentes à aviação internacional, e essas emissões

são incorporadas nas contas de emissões de gases no caso da companhia aérea, por ser uma unidade residente.

O avanço mais relevante para a contabilidade ambiental é que o rigor de um sistema de contabilização com seus freios e contrapesos (equilíbrio entre oferta e demanda) pode aumentar a confiança dos dados. Isso também garante que todos os indicadores derivam de um sistema de contas, sendo consistentes um com o outro.

## 12.4 MÉTODO DE CONTABILIZAÇÃO SICEA

O *framework* Central (SICEA CF) está estruturado em vários tipos de contas. A primeira categoria consiste nas contas físicas de fluxo. Estas medem o uso ambiental em termos de uso de recursos naturais (*input*) e resíduos, rejeitos e emissões (*output*). As contas de fluxos físicos podem ser expressas em diferentes unidades de medidas, resultando em contas de energia (em joules), contas de água (em metros cúbicos), contas de emissões de gases (em toneladas) e contas de fluxos de materiais (em toneladas).

Devido ao uso de definições e classificações comuns, os dados físicos e monetários obtidos têm relação um-para-um, que permite calcular indicadores de produtividade de recursos ou eficiência ambiental desagregada por indústria. As contas de fluxos físicos, portanto, podem ser utilizadas para analisar até que ponto há dissociação do crescimento econômico em relação ao uso de recursos e à geração de poluição e resíduos.

A segunda categoria de contas do SICEA consiste nas contas monetárias que rastreiam as atividades ambientais, assim como os instrumentos de políticas ambientais. As contas de gastos com proteção ambiental indicam os recursos que um país direciona para proteção e restauração ambiental. Também mostram que parte desses investimentos

tem um propósito ambiental. A de bens e serviços ambientais mede o tamanho das atividades relacionadas ao meio ambiente. As contas de taxas ambientais podem ser usadas para monitorar se a estrutura tributária de um país está mais “verde”. As contas de permissões de emissões possibilitam analisar os incentivos que cada indústria recebe para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.

A terceira categoria de contas do SICEA são as contas de recursos naturais, que descrevem os recursos renováveis ou não renováveis, tanto em termos físicos quanto monetários. A análise da série temporal do estoque de peixes, por exemplo, permite avaliar se as atividades pesqueiras estão sendo geridas de forma sustentável. Em termos monetários, as contas de recursos naturais permitem obter medidas adicionais de riqueza, como o relatório do Banco Mundial publicado em 2011. As contas de recursos naturais também possibilitam estimar o valor da depleção de vários tipos de ativos ambientais. A partir daí, é possível obter indicadores como o PIB verde, que ajusta a produção, a renda, e a poupança, corrigindo essas variáveis para contemplar a depleção desses ativos.

Apesar de o SICEA FC possibilitar a obtenção de uma perspectiva ambiental muito mais ampla que o SCN, não permite uma análise dos serviços ecossistêmicos. A principal razão para isso é que, embora o SICEA flexibilize a definição de ativos, mantém a fronteira de produção do SCN intacta. Para ativos produzidos como máquinas e equipamentos, a fronteira da produção restringe a definição de ativos, mas isso não ocorre com a maioria dos recursos naturais, pois são ativos não produzidos, isto é, não são resultados dos processos produtivos e os serviços que prestam são considerados pagamentos de aluguel (ou *rent*).

Consequentemente, o SCN e o SICEA excluem das contas de produção vários serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, o crescimento natural dos ativos biológicos. Além disso, enquanto o SICEA FC faz recomendação única sobre o tratamento da depleção, ao mesmo tempo não contempla uma

discussão sobre o tratamento da degradação, reabilitação, restauração ou recuperação ambiental. A base pela qual o SICEA CF tratou a depleção dos recursos não renováveis foi considerar como consumo de capital fixo.

O aluguel do recurso (*resource rent*) é integralmente contabilizado no PIB, mas nas estimativas do PIL o custo de depleção deve ser deduzido como depreciação do recurso (consumo de ativos ambientais). O custo de depleção pode ser obtido pela separação do aluguel do recurso em duas partes: a depleção e o elemento de renda. Se considerarmos o problema de alocação orçamentária, a ideia principal é o aluguel do recurso corrigido pela depleção, que deve ser incluído na renda.

Embora a Contabilidade Ecológica Experimental SICEA (SICEA CEE) tenha a mesma definição de ativos que o SICEA FC, a mesma permite uma perspectiva diferente.<sup>xxiv</sup> Enquanto o SICEA FC tem uma visão reducionista de concepção de uma floresta como uma coleção de ativos individuais como solo, madeira, que provê a economia com produtos de mercado (como os produtos madeireiros), o SICEA CEE tem uma visão estendida da concepção da floresta como um ativo ecossistêmico que provê um pacote de serviços ecossistêmicos dos quais alguns são comercializáveis (madeira) e outros não são comercializáveis (como o sequestro de carbono), com isso ampliando as definições de produção do SCN.

O SICEA CEE sugere a criação de contas em unidades físicas e monetárias que detalhem o fornecimento dos serviços ecossistêmicos, bem como contas de ativos para ecossistemas, além de contemplar propostas para contas de carbono e contas de biodiversidade. A contabilidade dos ecossistemas é um campo relativamente novo e emergente para tratar a integração de dados biofísicos complexos, controle de alterações nos ecossistemas e vincular essas alterações à economia e a outras atividades humanas.

Considerando a crescente demanda por estatísticas sobre os ecossistemas nos *frameworks* analítico e político sobre a sustentabilidade

ambiental, o bem-estar humano e o crescimento e desenvolvimento econômico, o assunto se torna relevante para avançar neste campo emergente de estatísticas. No entanto, existem muitos desafios em como internalizar os serviços ecossistêmicos na contabilidade nacional. O primeiro deles é o de chegar a uma definição consistente para um serviço do ecossistema, que pode ser aplicada em um contexto de contabilidade. Várias definições de serviços ecossistêmicos foram fornecidas em contribuições recentes.

A questão-chave é se os serviços dos ecossistemas são os benefícios proporcionados pelos ecossistemas (MEA, 2003), ou de contribuições para esses benefícios (TEEB, 2010). No caso da contabilidade, é necessário definir especificamente o que é um serviço do ecossistema e como esse serviço é gerado em função da atividade do ecossistema e outros insumos (por exemplo, trabalho, bens de capital).

O segundo desafio é que precisa ser reconhecido como a grande maioria dos ecossistemas foi modificada pela atividade humana, muitas vezes com o determinado objetivo de aumentar a oferta de produtos específicos, como no caso da conversão de florestas em terras de cultura. Ou, em parques naturais, trilhas para caminhadas podem ter sido construídas, a fim de divulgar o cenário para os visitantes. Portanto, devido ao fato de que a maioria dos serviços ecossistêmicos não tem preço de mercado e que seus custos de degradação não são internalizados, sua contabilização se torna incompleta. Para isso, ainda é necessário que haja um esforço no sentido de definir os serviços ecossistêmicos no contexto contábil, com alocação dos serviços ecossistêmicos aos setores institucionais, registrar em base de dados a degradação ecossistêmica e avançar ainda mais na avaliação monetária, principalmente pela alarmante análise da degradação dos ecossistemas em nível mundial.<sup>xxv</sup>

A revisão do SICEA FC 2012 e, até mesmo, a revisão e a implantação do SCN 2008 estão sendo implementadas e testadas nos países.

Mas como os países têm evoluído ao longo do tempo na implementação de programas de contabilidade ambiental? E que iniciativas de PIB verde podemos visualizar ao longo do tempo? São estas perguntas que se pretende responder a seguir,<sup>xxvi</sup> apesar de se alertar que a descrição provavelmente não contemplará a totalidade das iniciativas.

## **12.5 PRÁTICA DA CONTABILIDADE AMBIENTAL EM DIVERSOS PAÍSES**

### **12.5.1 Programas de contabilidade ambiental**

A implementação da contabilidade ambiental tem sido mais observada em países desenvolvidos, principalmente nos países-membros da Comunidade Europeia, pelo simples fato de que se tornou compulsória a compilação de contas de emissões de gases de efeito estufa, fluxo de materiais e de taxas ambientais<sup>xxvii</sup> a partir de agosto de 2011. O foco na Europa tem sido, primeiramente, as contas de fluxos físicos e as contas monetárias para atividades e transações relacionadas ao meio ambiente. A Austrália e o Canadá têm programas abrangentes desde o início dos anos 1990. As atividades de contabilidade ambiental dos Estados Unidos, por outro lado, cessaram por causa da oposição política pouco depois de sua primeira publicação em 1994. Na Ásia, a Coreia do Sul tem importante foco em contabilidade da riqueza, enquanto o Japão tem tradicionalmente grande interesse nas contas de fluxos físicos.

Países em desenvolvimento como México, África do Sul e Colômbia têm programas de contabilidade ambiental. Outros têm tido dificuldade em evoluir em seus programas por falta de dados<sup>xxviii</sup> ou por questões meramente políticas. No Brasil, foi criado em meados de 2012 o Grupo Executivo do Comitê das Contas Econômicas Ambientais da Água, que busca elaborar as contas econômicas ambientais da água, segundo a metodologia SICEA, com o objetivo de acompanhar e monitorar as

interações entre a economia e os recursos hídricos nas atividades econômicas.

Esforços como a criação da AEEB<sup>xxix</sup> e a CRNSE estimulam a contabilidade ambiental em diversos países em desenvolvimento. A AEEB já publicou quatro relatórios desde 2010, com recomendações sobre a inclusão dos valores do capital natural nas contas nacionais. A CRNSE dá suporte técnico à implementação destes programas em: Botswana, Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Madagascar, Indonésia, Ruanda e Filipinas. A adoção do SICEA FC como padrão estatístico em 2012, juntamente com um programa de implementação, deve mudar este quadro. A análise dos programas de contabilidade nos diversos países se resumirá na contabilidade da riqueza e na avaliação das iniciativas de PIB verde.

### **12.5.2 Contabilidade da riqueza**

A contabilidade da riqueza se refere à abordagem do capital (ou estoque), na qual a riqueza é equiparada com a “totalidade dos recursos que são necessários para nos manter ao longo do tempo”.<sup>xxx</sup> A riqueza é frequentemente decomposta em diferentes tipos de capital, tais como: capital econômico, capital natural, capital humano e capital social. Outra categorização de riqueza comumente usada é a classificação de ativos do SCN, que distingue entre ativos e passivos financeiros e ativos não financeiros. Os ativos não financeiros são compostos por ativos produzidos (ativos fixos) e ativos não produzidos (recursos naturais, licenças etc.).

Os balanços patrimoniais dão um panorama de todos os ativos e passivos do país que resulta em um indicador chamado patrimônio líquido. As medidas da sustentabilidade de um país a partir da análise das mudanças da riqueza são feitas via poupança ajustada líquida, que contempla deduzir da poupança bruta a depreciação dos ativos fixos, os investimentos em capital humano, a depleção dos recursos e os danos da poluição. É este

método que o Banco Mundial utiliza em suas análises. Os ativos produzidos seguidos pelos ativos do subsolo são os mais observados pelos países.

### *12.5.2.1 Contas de recursos minerais e de energia*

Conforme o SCN 2008, a renda gerada da extração de recursos não renováveis, como os recursos energéticos e minerais, é contabilizada integralmente, e não há custo de depleção contabilizado nas contas correntes. Inclui o valor do recurso na renda nacional por meio do “aluguel do recurso” (*resource rent*) no momento em que é gerado. Dessa forma, no caso de novas descobertas de reservas, o valor adicional não pode ser incluído no período da descoberta, mas deferido no tempo no qual o “aluguel do recurso” for sendo gerado conforme o processo de extração. O SCN registra a depleção nos balanços patrimoniais, mas não na produção ou na conta de geração de renda. Este ponto de vista requer a suposição de que os recursos naturais são infinitamente abundantes e o valor econômico não varia no tempo. Entretanto, em geral, essa visão é considerada empiricamente insustentável.

Dentre as contas de ativos ambientais, os estoques de recursos minerais e de energia, ou recursos não renováveis, são os mais regularmente compilados, adotando-se diferentes métodos de avaliação do custo de depleção.<sup>xxxii</sup> O método valor presente líquido (VPL), o mais difundido, usa o método do custo de uso de El Serafy. O Japão usa o método Hoskold, em que o fluxo de caixa é dividido, sendo que uma parte é direcionada para um fundo de reserva (*sinking fund*), com o intuito de restaurar a propriedade uma vez que a depleção ocorra. A República Tcheca estima os valores de estoque como um valor residual do estoque de ativos não produzidos tangíveis menos o estoque de terra.

O Canadá calcula diversas variantes do método VPL, resultando em valores de limite inferior e superior. As séries temporais disponíveis variam entre os países, e alguns não compilam contas de estoque físico. Austrália e

Noruega parecem ser os únicos países que também publicam os valores estoques a preços constantes.

### ***Método El Serafy***

A abordagem do custo de uso de El Serafy considera o aluguel (*rent*) como produto da venda de ativos não produzidos. Divide o aluguel em renda e depleção. Isto é, os recursos não renováveis são considerados ativos que geram rendimentos enquanto durar sua exploração. É calculado pelo valor presente da série de rendimentos que se espera obter da extração futura. Trata-se do mesmo procedimento de valoração dos demais ativos da economia, tornando a valoração dos recursos não renováveis dependente da capacidade de se manter níveis futuros de extração e do custo de oportunidade do capital da economia. O produto sustentável é igual ao produto calculado de forma convencional menos o custo de uso. Por isso, o ajuste é sempre no sentido de diminuir ou, no máximo, manter o mesmo nível do produto, nunca podendo aumentá-lo.

Os conceitos de renda ajustada e custo de uso são complementos a serem considerados na renda. O tamanho do componente de renda pode ser calculado, impondo que seu valor presente líquido ao longo de um período infinito de tempo tem de ser igual ao valor presente líquido do recurso original. Nos cálculos dos custos de depleção, El Serafy usa o método do valor presente líquido com taxas constantes de extração e taxas de juros fixas. O custo de uso é o maior valor presente esperado dos rendimentos futuros. Nesse sentido, a taxa de juros exerce um papel fundamental no cálculo do custo de uso.<sup>xxxii</sup> Quanto maior a taxa de juros, menor será o valor presente esperado do rendimento futuro, diminuindo o valor de custo de uso. Reversamente, quanto menor o patamar da taxa de juros, os valores futuros atualizados serão maiores e o custo de uso terá um valor maior.

A expectativa de mudança na taxa de juros também influenciará o cálculo do custo de uso. Se há uma expectativa de elevação da taxa de

juros, a taxa de desconto intertemporal será maior que a taxa de juros vigente, reduzindo o custo de uso. Caso contrário, o custo de uso poderá ser maior. Essa análise é fundamental no caso do gerenciamento de estoques de recursos naturais.

As expectativas dos produtores em relação aos preços e custos futuros, expressos no custo de uso, também terão uma importância fundamental na determinação da taxa de exploração dos recursos naturais. A exploração será mais acelerada quanto menor for o custo de uso do conjunto de produtores; contrariamente, quanto maior for a média do custo de uso para os produtores, tanto mais reduzida será a exploração. São diversos os fatores que influenciam tais expectativas. Por meio de políticas públicas no que se refere à cobrança de aluguel (*royalty*)<sup>xxxiii</sup> sobre as atividades de exploração de recursos energéticos e minerais, pode-se balizar o custo de uso e, conseqüentemente, direcionar o ritmo de extração dos recursos.

El Serafy introduz corretamente a dimensão temporal: faz diferença se o recurso se esgota em 5 ou 50 anos, por isso, é preciso projetar o preço daqui a 5 ou a 50 anos, o que gera um problema de projeção de incertezas. A importante diferença entre o método de El Serafy e outros métodos de contabilização é que se deduz o custo de depleção não só do PIL, como também do PIB.

### ***Método Repetto***

Considera a exploração dos recursos não renováveis como ativos produzidos, isto é, há depreciação; associa os estoques de recursos não renováveis ao patrimônio natural, que constitui uma forma específica de capital que não pode ser substituída pela atividade humana. Há também contrapartidas para variações dos estoques de recursos não renováveis, que não se devem à atividade extrativa, tais como descobertas e reavaliações. Caso representem uma diminuição das reservas, são tratadas como

depreciação do ativo ambiental; caso signifiquem adição, são vistas como apreciação deste ativo.

A forma de valoração do ativo ambiental baseia-se na quantidade de recursos não renováveis disponíveis multiplicada pelo seu preço líquido de custos de extração em determinado período. A depreciação ou apreciação destes ativos é obtida pela diferença entre os valores iniciais e finais no período. A depreciação significa diminuição do produto sustentável e a apreciação, seu aumento. Assim, o valor das descobertas de reservas deve ser contabilizado no PIB. Essa visão sugere que, antes de depreciar um ativo, este deveria ser reconhecido apropriadamente como investimento. Em termos de problema de alocação de orçamentário intertemporal, o valor do recurso é incluído na renda no momento da descoberta.

Há duas grandes críticas ao método do preço líquido de Repetto: a conclusão de que o aluguel (*rent*),<sup>xxxiv</sup> que é o lucro líquido da extração do recurso, deva crescer de acordo com a regra de Hotelling<sup>xxxv</sup> (diversos estudos empíricos demonstram que os preços dos recursos naturais estão longe de seguir esse comportamento) e o tratamento inadequado às descobertas e reavaliações de reservas (o método apenas utiliza os estoques inicial e final do período em análise). Vale ressaltar que a abordagem do custo de uso de El Serafy critica o método do preço líquido de Repetto *et al.* (1989), porque este considera como consumo de capital todo o *rent* obtido a partir da extração dos recursos exauríveis, eliminando qualquer vantagem para um país ou região que tenha vastos depósitos de recursos naturais, como o Brasil.

### ***Método recomendado no SICEA CF***

Apesar de existirem estudos teóricos recentes além dos aqui citados (depleção como poupança líquida, ainda usada pelo Banco Mundial, ou depleção como investimento líquido) acerca das várias formas de tratar a depleção dos recursos naturais, a base pela qual o SICEA CF tratou a

depleção dos recursos não renováveis foi considerado como consumo de capital fixo. Define a depleção em unidades físicas como o custo de uso do recurso. Nessa medida, a depleção é explicitamente fundamentada nas mudanças que ocorrem durante o período contábil em termos físicos, devido à extração do recurso, e multiplicado pelo preço médio do recurso no solo (as novas descobertas, reavaliações e reclassificações também são contabilizados com este mesmo preço médio, apesar de não terem sido extraídos).

O “aluguel do recurso” (*resource rent*) é integralmente contabilizado no PIB, mas nas estimativas do PIL o custo de depleção deve ser deduzido como depreciação do recurso (consumo de ativos ambientais). O custo de depleção pode ser obtido pela separação do “aluguel do recurso” em depleção e o elemento de renda. Se considerarmos o problema de alocação orçamentária, a ideia principal é o aluguel do recurso corrigido pela depleção, que deve ser incluído na renda conforme abordagem de El Serafy. O SICEA CF favorece o cálculo da depleção como consumo de capital fixo, principalmente porque é o método mais consistente com o conceito de renda utilizado no SCN.

Considerando o fato de que cada país tem uma característica própria de recursos naturais, recomenda-se estimar a depleção conforme metodologia mais coerente com o contexto no qual será utilizada.

#### *12.5.2.2 Contas de madeira*

A produção de madeira muitas vezes presta uma enorme gama de serviços que, devido a sua natureza não mercadológica, torna-se complexo atribuir valor. Poucos países contabilizam o estoque de florestas e têm contas de madeira. Por outro lado, alguns países tentam criar contas econômicas para florestas, as quais possibilitam obter informações sobre a importância do setor florestal para a economia, em vez de buscar as contas de estoque

destas. Essa situação pode mudar com o aumento do uso e implementação das contas ecossistêmicas do SICEA.

#### *12.5.2.3 Contas de solo*

Contabilização dos serviços prestados não mercadológicos, como proteção de regiões costeiras ou a internalização das externalidades negativas por meio da cobrança de taxas e impostos sobre poluição. A Austrália e a Holanda têm iniciativas nessa linha.

#### *12.5.2.4 Contas pesqueiras*

A Nova Zelândia e o Japão parecem ser os dois únicos países a contabilizar os valores de estoque para várias espécies de peixes. As estimativas japonesas se baseiam no método de capitalização. O método de avaliação neozelandês usa vendas de cotas para as espécies que têm mercado competitivo significativo.

#### *12.5.2.5 Capital humano*

A OCDE criou um consórcio de países com o interesse em desenvolver contas de capital humano.<sup>xxxvi</sup>

#### *12.5.2.6 Outras contas de estoque*

A Nova Zelândia já realizou tentativas para criar contas de estoque de água. A Holanda tem projetos-piloto para valorar os estoques de energia renovável (eólica e solar). O México tem realizado cálculo de depleção dos recursos de águas subterrâneas conforme o método de valor residual combinando com um balanço anual de água. O Brasil, com a ajuda do Commander, Navy Region Southeast (CNRSE) dos Estados Unidos, iniciou um projeto-piloto para a contabilização da água.

### *12.5.2.7 Balanços patrimoniais*

Apesar de muitos países terem estimativas para ativos e passivos financeiros, poucos têm balanços patrimoniais que consideram os ativos não financeiros (cobrindo ao menos os ativos produzidos). A Noruega<sup>xxxvii</sup> compila contas de estoque de capital produzido, mas não incorpora nos balanços patrimoniais das contas nacionais. No entanto, o país tem uma tradição em pesquisas em contabilização da riqueza e publica um indicador de riqueza nacional a qual é divulgada como parte do Relatório Anual dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.

### **12.5.3 PIB verde**

O PIB verde se baseia na tentativa de modificar e substituir as medidas convencionais de PIB e PIL internalizando a degradação ambiental, a depleção dos ativos ambientais e os gastos ambientais para a proteção e restauração deduzindo o consumo líquido de ativos ambientais do PIB convencionalmente medido. O PIB verde pretende substituir o PIB convencional, e vários países têm conduzido projetos-piloto sobre o assunto. Aqui, apresentamos alguns casos nos quais alguns indicadores agregados (PIB, PIL ou os agregados de renda e/ou poupança) já são ajustados ambientalmente.

A Holanda<sup>xxxviii</sup> publica uma medida de renda ajustada pela depleção que leva em conta o consumo de suas reservas energéticas. A Austrália<sup>xxxix</sup> publica PIB ajustado via depleção que corrige o indicador pela depleção de ativos subsolo e a degradação do solo, mas ainda em fase experimental. O México<sup>xl</sup> também publica um indicador chamado Produto Interno Ecológico Líquido (PINE), que corrige a depleção e a degradação. O Instituto Nacional de Estatísticas, Geografia e Informática (INEGI) do México está mandatado pela Lei Geral Mexicana de Equilíbrio Ecológico e Proteção Ambiental para compilar este indicador em bases anuais.<sup>xli</sup> A

Indonésia tem uma longa experiência com o PIB verde iniciado por Repetto em 1989, analisando os dados entre os anos 1971 e 1984,<sup>xlii</sup> e desde então tem evoluído no assunto criando três indicadores econômicos: PIB verde, Emprego verde decente e PIB dos pobres.<sup>xliii</sup> Taiwan tem publicado estimativas de agregados ambientalmente ajustados ao longo de vários anos.<sup>xliv</sup> Filipinas também publicou no passado várias estimativas de agregados ambientalmente ajustados.<sup>xlv</sup> Nos anos recentes, a Índia encomendou uma série de projetos-piloto focando em diferentes regiões e setores, envolvendo uma gama de ajustes, bem como diferentes métodos de avaliação (baseados em custos e deterioração).<sup>xlvi</sup> Em 2011, na Índia, foi criado um Grupo de Especialistas para criar um *framework* e subsequente plano de implementação para tornar as contas nacionais da Índia mais alinhadas aos conceitos do PIB verde.<sup>xlvii</sup>

Nos últimos anos, foram anunciadas várias iniciativas de PIB verde. Após a Cúpula da Terra Rio+20, a Dinamarca anunciou a intenção de introduzir o PIB verde,<sup>1</sup> assim como o Vietnã, que está desenvolvendo iniciativa semelhante.

A principal conclusão do relatório<sup>xlviii</sup> de 2006 era de que a noção do PIB verde como medida única e ajustada do valor adicionado em uma economia, apesar de ser atraente como um conceito teórico, é complexo e incerto, na prática, para ser capaz de orientar a elaboração de políticas. A experiência internacional analisada até esta data indica que a contabilidade ambiental recomendada pelo SICEA é a norma que representa as melhores práticas de hoje. Nenhum sistema funciona perfeitamente e é livre de críticas, mas pode ser permanentemente aperfeiçoado, e fato é que o aumento dos estudos sobre o PIB verde representa a crescente necessidade de se obter um retrato mais amplo da sociedade considerando os três pilares fundamentais: econômico, ambiental e social.

## 12.6 CONCLUSÕES

Conforme vimos ao longo deste capítulo, a contabilidade ambiental é claramente uma área em evolução. Os programas de contabilidade ambiental têm se estabelecido em todas as regiões, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Por outro lado, é necessário reconhecer que nenhum país compila todas as contas ambientais, apesar de vários países, como Noruega, Suécia, Holanda e Canadá, terem evoluído cada vez mais nesta direção. O desenvolvimento da contabilidade ambiental é frequentemente influenciado por circunstâncias específicas de cada país. Para países que têm recursos abundantes, as contas de recursos naturais podem ter maior importância, enquanto para países com altas taxas de poluição, as contas de água e emissão de gases podem ser mais relevantes para a implementação de políticas.

Considerar a contabilidade ambiental como contas satélites vinculadas ao Sistema de Contas Nacionais permite a flexibilidade para aperfeiçoar os critérios de valoração dos ativos ambientais e serviços ecossistêmicos, juntamente com o esforço de reduzir a lacuna entre o mundo acadêmico e as instituições estatísticas, bem como compatibilizar cada vez mais a lacuna existente entre a teoria e a prática da contabilidade ambiental.

Os escritórios de estatísticas têm tido dificuldade em compilar as contas ambientais e, até o momento, a macroeconomia trabalha com indicadores não ajustados. Para muitos países em desenvolvimento que dependem da produção de produtos primários, visualizar o PIB convencional ou não ajustado como prosperidade do país não reflete a real situação. O crescimento econômico (variação do PIB de um ano para o outro) que direciona atualmente as políticas econômicas dos países se baseia no Sistema de Contas Nacionais (SCN), que suprime a depleção e a exaustão dos recursos naturais utilizados para a obtenção da renda via atividades produtivas. Apesar do enorme esforço nas últimas décadas para

avançar em relação à mensuração e valoração do capital natural, a contabilidade verde tem progredido em ritmo lento.

As ações específicas, como a CRASE, impõem o desafio de determinar que o atual nível de bem-estar seja pelo menos mantido para as futuras gerações. Trata-se, portanto, da previsão do futuro e das dificuldades em múltiplas dimensões que podem afetar os países globalmente. Além da preocupação com o “crescimento econômico”, a sustentabilidade impõe compromissos sociais e ambientais que antes eram suprimidos da tomada de decisão.

Não resta dúvida de que melhores avaliações e gestão dos ativos ambientais e serviços ecossistêmicos podem promover o crescimento verde. Sob terminologia econômica, os fluxos de serviços ecossistêmicos têm sido tratados como dividendos que a sociedade recebe da natureza. A incorporação de valoração ambiental na estimação da riqueza e nos indicadores macroeconômicos fornecem maiores informações aos tomadores de decisão para assegurar que as estratégias de desenvolvimento sejam de crescimento sustentável e inclusivo. Se os ativos ambientais e os fluxos de serviços que se originam destes são incorporados nas contas nacionais, podem dar informações importantes sobre a interconexão entre economia e meio ambiente. Quais setores e atividades dependem de quais serviços ecossistêmicos e como o uso dos serviços ecossistêmicos afeta os estoques e valores de capital natural. A partir daí, pode-se avaliar com mais clareza como as decisões políticas interferem na natureza direta ou indiretamente, influenciando a produção, consumo, investimentos e outras atividades.

No entanto, os desafios práticos, metodológicos e teóricos relacionados à avaliação econômica estão sendo testados nos projetos-piloto. O número de estudos e o nível de conhecimento sobre os valores econômicos variam entre ecossistemas e ainda existem poucos exemplos de uso das metodologias de avaliação conhecidas. Contudo, as avaliações econômicas

podem prover informações adicionais em como gerir também os serviços ecossistêmicos. Como esses estudos, em geral, são elaborados via estudo de casos em áreas limitadas, dificulta obter conclusões sobre a atual importância econômica dos ecossistemas no contexto nacional.

No caso dos recursos não renováveis, o principal desafio consiste em compatibilizar as contas ambientais que contemplam variáveis *ex-ante*, tais como as incertezas sobre valores futuros de custos e preços dos recursos naturais, e as variáveis *ex-post* das contas nacionais.<sup>xlix</sup>

A contabilidade ambiental conforme descrita neste capítulo tem as ferramentas necessárias para inserir no quadro de análises novas informações de modo a ajustar os dados macroeconômicos e prover melhores informações para os tomadores de decisão (na definição de políticas mistas combinando instrumentos econômicos), ao mesmo tempo em que as lacunas entre modelos teóricos de métodos de avaliação e contabilização vão sendo harmonizadas ao longo do tempo.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **AEEB (ou TEEB):** a Economia de Ecossistemas e Biodiversidade (ou *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*).
- **Capital natural:** segundo o TEEB Global, capital natural são os estoques limitados dos recursos físicos e biológicos encontrados na Terra, e a capacidade limitada dos ecossistemas em fornecer serviços para a humanidade. Contempla ecossistemas (provendo recursos renováveis e serviços) e reservas não renováveis de combustíveis fósseis e minerais.
- **Contabilidade da riqueza:** a fonte de renda e bem-estar é a riqueza, sendo um indicador da prosperidade do país.
- **CRNSE (ou WAVES):** Contabilidade da Riqueza Natural e Serviços Ecossistêmicos (ou *Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem*

*Services*).

- **Depleção:** conceito criado por Pigou em seu artigo publicado em 1932, “The Economics of Welfare”, mas talvez seu artigo de 1935 chamado “Net Income and Capital Depletion” seja o mais pertinente. A depleção representa todas as formas de deterioração ou depreciação, não somente o declínio do estoque de capital de recursos naturais não renováveis, como usado atualmente na literatura dos economistas ecológicos.
- **Descolamento (ou *decoupling*):** dissociação do uso dos recursos naturais e o impacto ambiental do crescimento econômico.
- **Desenvolvimento sustentável:** é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).
- **Economia verde:** “é a que resulta em melhoria no bem-estar e na igualdade social, e ao mesmo tempo reduz de forma significativa os riscos ambientais e a escassez ecológica” (UNEP 2011).
- **Ecossistema:** um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos e seu ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional. Exemplos: oceanos, zonas costeiras, água doce, florestas, manguezais, montanhas, paisagens culturais, ecossistemas urbanos, entre outros.
- **Externalidades:** também chamadas de “falhas de mercado”, são os custos e benefícios gerados da produção ou consumo que não são cobrados pelos que causam ou usufruem.
- **Produto Interno Bruto (PIB):** representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos em determinada região (quer sejam países, estados ou cidades), durante um período determinado (mês, trimestre, ano etc.).
- **Produto Interno Líquido (PIL):** a diferença entre o PIB e o PIL traduz-se no valor das depreciações. Ao contrário do PIB, o PIL tem em

conta o valor da depreciação do capital.  $PIL = PIB - \text{depreciações}$ .

- **Produto Nacional Bruto (PNB):** valor monetário total de bens e serviços finais produzidos por agentes econômicos nacionais em um ano, independentemente da localização destes agentes.
- **Produto Nacional Líquido (PNL):** é o PNB subtraído desse total o montante destinado à reposição da depreciação do sistema.
- **Recursos não renováveis:** são aqueles cuja exploração pela atividade humana leva necessariamente à redução na sua disponibilidade futura, como é o caso dos recursos minerais e florestais.
- **Recursos renováveis:** são aqueles que podem ter suas condições originais restauradas pela ação natural ou humana, como o ar e a água. A utilização desses recursos não reduz seus estoques, ao menos no curto prazo.
- **Regra de Hotelling:** considera a finitude dos recursos não renováveis e cria o modelo clássico de gestão de trajetória “ótima” de recursos não renováveis. O esgotamento do estoque de recursos não renováveis gera escassez de oferta ao longo do tempo, aumentando o preço do recurso, que cresce conforme a taxa de juros. Quanto mais cresce o preço do recursos, menor tende a ser a procura, até cessar de vez. O valor do recurso não renovável equivale ao valor presente líquido das vendas futuras (*royalty*); assim, os proprietários devem esperar que o preço líquido dos minérios, descontados os custos de extração, cresça a uma taxa equivalente à taxa de juros. A taxa de extração será tanto maior quanto menor for o valor do recurso em estoque (*royalty*). Os fatores que contribuem para a valorização do recurso também contribuem para sua extração mais comedida, tais como elevação da demanda (sobem os preços); esgotamento de fontes alternativas; e descoberta de novos usos.
- **Royalties:** é a compensação financeira recebida pela União pela exploração de recursos não renováveis e recursos de energia, tais como: petróleo e gás natural, recursos hídricos e recursos minerais.

- **Serviços ecossistêmicos ou benefícios da natureza:** as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas ao bem-estar humano. O termo contempla tanto bens físicos quanto serviços não físicos providos pela natureza.
- **SCN:** Sistema de Contas Nacionais.
- **CA:** Contabilidade Ambiental.
- **CRASE:** Contabilidade da Riqueza e Avaliação dos Serviços Ecossistêmicos.
- **NAMEA:** Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais.
- **SICEA (ou SEEA):** Sistemas Integrados de Contabilidade Econômica e Ambiental.
- **SICEA FC (ou SEEA CF):** *Framework* Central SICEA.
- **SICEA CEE (ou SEEA EEA):** Contabilidade Ecológica Experimental.
- **SICEA EEA (Extensões e Aplicações) SICEA ou SEEA EA (*Extensions and Applications*).**
- **UNCEEA:** Comitê de *Experts* em Contabilidade Ambiental-Econômica.
- **UNEP:** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
- **UNSD (hoje, UNSTAT):** Divisão de Estatísticas das Nações Unidas.
- **World Commission on Environment and Development:** Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

## QUESTÕES

- 12.1 Por que a contabilidade do capital natural é importante?
- 12.2 Quais foram as principais iniciativas de contabilidade ambiental e sua evolução?
- 12.3 Qual é a metodologia recomendada pelo SICEA CF para a avaliação da depleção de recursos? No que difere da

abordagem de El Serafy e que consequências essa diferença traz para a análise dos agregados macroeconômicos?

**12.4** Qual seria o grande avanço em termos de análise dos indicadores macroeconômicos caso todos os países integrantes das Nações Unidas implantassem o método SICEA?

**12.5** Por que há grande dificuldade na contabilização dos SICEA CEE serviços ecossistêmicos no Sistema de Contas Nacionais?

## ANEXO 1

A

### Contabilidade ambiental holandesa

A instituição estatística holandesa tem uma longa história em contabilidade ambiental, principalmente devido ao trabalho de 40 anos de Roefie Hueting, que dirigia o Escritório de Estatísticas holandês. Ao longo dos anos 1990, a partir da metodologia NAMEA, foram desenvolvidas contas para emissão de gases de efeito estufa, exaustão da camada de ozônio, consumo de combustíveis fósseis, acidificação do solo e eutroficação da água, além da geração de lixo e esgoto, energia e gastos ambientais. Recentemente, a instituição ampliou gradualmente o Sistema de Contas Econômico-Ambientais holandês adicionando novas contas de fluxos de materiais, setor de bens e serviços ambientais, permissões de emissões, entre outros. Vale ressaltar que as contas ambientais holandesas estão agregadas conforme conceitos, definições e classificações gerais descritas no SICEA. Um novo aplicativo importante nas contas ambientais é a compilação de indicadores

de crescimento verde ou economia verde (STATISTICS NETHERLANDS, 2011).

Como já vimos antes, o “crescimento verde” promove o crescimento econômico e desenvolvimento, assegurando que os recursos naturais possam continuar prestando os serviços ecossistêmicos que o bem-estar social necessita. Seguindo a abordagem da OCDE (2011), os indicadores foram agregados em quatro temas: indicadores que refletem a eficiência ambiental da produção; indicadores com base em ativos de capital natural; indicadores monitorando a qualidade da vida ambiental; e indicadores que avaliam o resultado das políticas adotadas e oportunidades econômicas. A maioria dos indicadores poderia ser obtida diretamente do Sistema de Contas Econômico- Ambientais holandês, o qual provê *framework* com boas medidas para o crescimento verde, sendo tais indicadores integrados às estatísticas econômicas e ambientais. A eles foram atribuídas duas notas: uma com relação à tendência de crescimento verde, e uma para os objetivos políticos identificados.

A pontuação para os indicadores de eficiência ambiental é baseada em descolamento. O descolamento (pode ser absoluto ou relativo) ocorre quando a taxa de crescimento de um indicador de pressão ambiental é mais baixa do que a taxa de crescimento em determinado período. Com respeito ao crescimento verde, o objetivo final é o descolamento absoluto, pois somente neste caso é que não haverá sobrecarga ambiental.

Aos indicadores que não podem ser associados ao crescimento econômico é atribuída uma pontuação com base na avaliação de suas tendências. As pontuações dos indicadores apresentados com objetivos de políticas foram obtidas a partir da Agência de Avaliação Ambiental da Holanda. Não foi possível identificar objetivos de políticas para todos os indicadores. Os objetivos das políticas são inclusos para prover informação do passado às tendências apresentadas. A principal conclusão do primeiro relatório holandês de crescimento verde é que a eficiência produtiva

ambiental na Holanda apresentou avanços. Apesar das emissões de gases de efeito estufa terem crescido, foram menores que o crescimento econômico. Os indicadores de estoque de recursos naturais, que avaliam o resultado das políticas adotadas e oportunidades econômicas, mostram um panorama confuso. Por um lado, os estoques de gás natural diminuíram, mas, por outro, o volume de floresta em pé tem aumentado. Além disso, enquanto os empregos verdes e patentes verdes representam uma fatia maior do mercado de trabalho e inovações, respectivamente, os investimentos em bens de capital verdes estão abaixo do nível registrado em meados de 1990.

## ANEXO 2

A

### História do Sistema de Contas Nacionais

A origem do Sistema de Contas Nacionais (SCN) remonta ao relatório *Definition and measurement of the national income and related totals* (Definição e medição do rendimento nacional e totais relacionados), publicado, em 1947, pelo Subcomitê de Estatísticas do Rendimento Nacional da Sociedade das Nações, sob orientação de Richard Stone, respeitando os princípios fundamentais de John Maynard Keynes. O objetivo principal da criação do SCN era o de captar o nível de demanda efetiva do país que fornece informações relevantes aos tomadores de decisão sobre o nível da atividade econômica e, conseqüentemente, sobre o nível de emprego.

Em 1953, foi lançado o primeiro manual amplamente adotado para a construção de um Sistema de Contas Nacionais. As cinco contas, definidas

nesse manual, referiam-se à produção, à apropriação da renda, à conta de capital, às operações com o resto do mundo e à conta das administrações públicas, com informações consolidadas para a nação. A partir daí, o SCN foi revisado três vezes: SCN 1968, SCN 1993, SCN 2008. O SCN 1968 recomendou a construção de um sistema mais desagregado e amplo, introduziu a conta de produção desagregada em recursos e usos, apresentou a análise tridimensional dos fluxos financeiros e detalhou as contas de distribuição e uso da renda, de capital e patrimoniais, por grandes agentes econômicos: empresas financeiras e não financeiras, administrações públicas, famílias e instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias. Incorporou, também, as estimativas a preços constantes. O SCN 1993 foi uma mudança forte no desenvolvimento e implementação dos sistemas de contas nacionais no mundo, pois ampliou o escopo de vários conceitos, rompeu com os quadros propostos nos manuais anteriores, ampliando-os para fornecer uma descrição mais ampla da economia, estabeleceu o sistema de contas nacionais como uma referência determinante na produção de estatísticas econômicas e procurou apresentar estruturas mais flexíveis de forma que suas recomendações pudessem ser adaptadas em diversas condições econômicas. O SCN 2008, que manteve a estrutura teórica básica do SCN 1993, tratou dos novos aspectos das economias que entraram em destaque, discorreu sobre os aspectos que têm cada vez mais se tornado o foco da atenção analítica e esclareceu sobre uma ampla gama de questões.

As mudanças no SCN 2008 consideraram as contas de acordo com o desenvolvimento no ambiente econômico, os avanços na pesquisa metodológica e a demanda dos usuários. Vale ressaltar que, já na década de 1970, Nordhaus e Tobin apresentavam o estudo chamado *Sustainable measure of economic welfare* no qual propunham uma medição de sustentabilidade em termos quantitativos, indicando que o PIB é um falso indicador de riqueza. O PIB é um indicador falho, comprovado por alguns dos mais conhecidos economistas, incluindo os laureados com Nobel de

Economia (por exemplo, Simon Smith Kuznets, Daniel Kahneman, Robert Solow, Joseph Stiglitz, Amartya Sen e Muhammad Yunus), mas, é claro, não foi inventado para medir o progresso, o bem-estar ou a qualidade de vida, mas tão somente para medir o crescimento econômico, meio sem o qual se supõe que não se atingem tais fins. É nesse sentido que a criação das contas satélites tentam preencher essa lacuna.

## LEITURA COMPLEMENTAR

UNITED NATIONS; EUROPEAN COMMISSION; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INTERNATIONAL MONETARY FUND; ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; WORLD BANK 2012. *System of Environmental-Economic Accounting 2012 – Central Framework*. New York: UNSD, 2014.

UNITED NATIONS STATISTIC DIVISION (UNSD). *Global Assessment of Environment Statistics and Environmental-Economic Accounting*, 2007. Disponível em: [http://unstats.un.org/unsd/statcom/doc07/Analysis\\_SC.pdf](http://unstats.un.org/unsd/statcom/doc07/Analysis_SC.pdf).

WEALTH ACCOUNTING AND THE VALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES (WAVES). *Moving beyond GDP: how to factor natural capital into economic decision making*. June 2012. Disponível em: <http://www.wavespartnership.org/en/moving-beyond-gdp>.

WORLD BANK; WAVES. *Users and uses of environmental accounts. A Review of Select Developed Countries*, 2013.

YOUNG, C. E. F. *Renda sustentável da extração mineral no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial, 1992.

YOUNG, C. E. F.; SERÔA DA MOTTA, R. Measuring Sustainable Income from Mineral Extraction in Brazil. *Resources policy*, v. 21, n. 2, 1995.

p. 113-125.

YOUNG, C. E. F. *Economic adjustment policies and the environment: a case study of Brazil*. Tese de Doutorado. Londres: Department of Economics/University College London, 1997.

\_\_\_\_\_. Renda, Recursos Naturais e Contabilidade Nacional. In: *Contabilidade social*. Rio de Janeiro: Campus, 2000a.

YOUNG, C. E. F.; PEREIRA, A. A.; HARTJE, B. C. R. *Contas ambientais para o Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da UFRJ, 2000b.

YOUNG, C. E. F. Contabilidade Ambiental Nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil. In: MAY, P. (Org.). *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. 4. reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010a.

\_\_\_\_\_. *Transition towards a green and inclusive economic model: a Latin American perspective*. Relatório de pesquisa para o projeto Transición de América Latina y el Caribe hacia un modelo de crecimiento verde y inclusivo (PNUMA/CEPAL). Rio de Janeiro: IE/UFRJ. 2010b.

\_\_\_\_\_. Potencial de crescimento da economia verde no Brasil. *Política Ambiental: Economia Verde – Desafios e Oportunidades*, n. 8, 2011. p. 88.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i Ativo ambiental é o termo contábil para o capital natural.
- ii Engloba todos os recursos naturais, como a água, o ar e o solo, que provêm serviços ecossistêmicos ou fluxo de bens e serviços necessários para o bem-estar da sociedade. Portanto, é a totalidade dos benefícios que os ecossistemas equilibrados fornecem.
- iii O Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services (WAVES), criado em 2010 na 10<sup>a</sup> Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica em Nagoia, Japão, tem como objetivo principal dar suporte técnico à implementação de programas de contabilidade do capital natural. As nações que

iniciaram a implementação da contabilização do capital natural foram: Botswana, Colômbia, Costa Rica, Madagascar e Filipinas. Esses países criaram comitês de estudos, identificando as prioridades de políticas que atualmente estão sendo implementadas. Guatemala, Indonésia e Ruanda se juntaram ao WAVES no final de 2013 para iniciar o processo de implementação da contabilidade do capital natural. Os planos de trabalho nestas nações se resumem em compilação de contas de recursos naturais, como florestas, água, minerais, seguindo as recomendações do *framework* central SICEA, bem como de contas experimentais para manguezais e bacias hidrográficas.

- iv ALFSEN, K. H. *Why natural resource accounting?* Oslo, Norway: Statistics Norway, Research Department, 1996. p. 5.
- v VANOLI, A. *Une histoire de la comptabilité nationale*. Paris: La Découverte, 2002 (Manuele Repères), p. 395.
- vi HUETING, R. *New Scarcity and Economic Growth: More Welfare through Less Production?* Amsterdam: North Holland Publishing Company, 1980. Original Dutch edition published by Agon Elsevier, Amsterdam, 1974.
- vii AHMAD, J. Y; EL SERAFY, S.; LUTZ, E. *Environmental accounting for sustainable development*. World Bank, Washington D.C., 1989.
- viii INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN INCOME AND WEALTH (IARIW).
- ix REPETTO, R.; MAGRATH, W.; WELLS, M.; BEER, C.; ROSSINI, F. *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income and Product Accounts*. Washington, D.C.: *World Resource Institute*, 1989.
- x UNITED NATIONS. *Handbook of national accounting: integrated environmental and economic accounting*. New York, 1993.
- xi \_\_\_\_\_. *Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development*, 1987.
- xii \_\_\_\_\_. *Agenda 21*. 1992.

- xiii O catálogo dos relatórios dos projetos-piloto pode ser encontrado em <[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/-environmental\\_accounts/documents/-Catalogue%20of%20pilot%20study%20reports.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/-environmental_accounts/documents/-Catalogue%20of%20pilot%20study%20reports.pdf)>.
- xiv UNITED NATIONS STATISTIC DIVISION (UNSD). Global Assessment of Environment Statistics and Environmental-Economic Accounting. *Accounts for subsoil assets – Results of pilot studies in European countries*, 2000.
- xv UNITED NATIONS; EUROPEAN COMMISSION; INTERNATIONAL MONETARY FUND; ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; WORLD BANK. *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*.
- xvi YOUNG, C. E. F.; VIOLA, E.; FRANCHINI, M.; FERRONI, G. O Brasil e a agenda da sustentabilidade: desafios e oportunidades para o estado, o setor privado e a sociedade civil. Rio de Janeiro: *CEBRI*, nov. 2012.
- xvii Idem a xviii.
- xviii UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Towards a Green Economy. Pathways to sustainable development and poverty eradication*, 2011.
- xix Sistema gerenciado e difundido pela ONU e implementado pelos institutos oficiais de estatísticas dos países-membros para assegurar comparabilidade entre os agregados medidos pelos países.
- xx Em 1953, 1968, 1993 e 2008.
- xxi UNITED NATIONS; EUROPEAN COMMISSION; INTERNATIONAL MONETARY FUND; ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; WORLD BANK. *System of National Accounts 2008*. New York, 2009, parágrafo 1.40, p. 6.
- xxii YOUNG, C. E. F. Contabilidade Ambiental Nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil. In: MAY, P. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 4. reimp. Rio de

Janeiro: Elsevier, 2010. Uma das mais importantes razões para que a economia realmente aplique a sustentabilidade em seus conceitos e modelos de crescimento econômico reside na definição de renda de Hicks (1939) como “um guia de conduta prudente” para evitar uma diminuição do consumo e do bem-estar da sociedade. Young e outros economistas aplicam o não declínio da renda e do consumo para manter o nível de atividade econômica que (pela sua própria base teórica de constituição keynesiana do Sistema de Contas Nacionais) garante o pleno emprego no longo prazo. A partir daí, é um passo lógico pequeno estender a noção de manutenção do capital ao uso de ativos ambientais e serviços ecossistêmicos. A “conduta prudente” (HICKS, 1939, p. 172) é construída no conceito-chave de “renda verdadeira”, que conta apenas as receitas líquidas que são sustentadas por poupança e investimento.

- xxiii Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), criada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992.
- xxiv UNITED NATIONS; EUROPEAN COMMISSION; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION; INTERNATIONAL MONETARY FUND; ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; WORLD BANK 2012. *Experimental ecosystem accounting*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing. 2013, parágrafo 2.125.
- xxv THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). *Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the approach, conclusions, and recommendations of TEEB*. 2010; MILLENIUM ASSESSMENT ECOSYSTEMS (MEA). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, D.C., 2003.
- xxvi Para elaborar esta seção, analisou-se o documento UNSD Global Assessment of Environmental-Economic Accounting, elaborado pelo Comitê de *Experts* em Contabilidade Ambiental e Econômica das Nações Unidas. Além disso, a publicação do Banco Mundial intitulada *Moving beyond GDP* contempla a análise de 24 países que regularmente compilam ao menos uma conta.

- xxvii Como os diferentes módulos estão em diferentes estágios de maturidade metodológica, grande parte do trabalho em curso envolve o desenvolvimento da metodologia, explorando fontes de dados e criação de base de dados. Três módulos — (i) as contas das emissões atmosféricas, (ii) os impostos relacionados com o ambiente por atividade econômica e (iii) as contas de fluxos de materiais para a economia — estão em fase mais avançada em relação à coleta de dados regulares, pois já estão embasados na lei nos termos do Regulamento (UE) n<sup>o</sup> 691/2011, relativo às contas econômicas europeias do meio ambiente. O Regulamento prevê um quadro jurídico para a coleta harmonizada de dados comparáveis dos estados-membros da UE. Além disso, estabelece a base para um maior desenvolvimento de módulos adicionais, tendo em vista adicioná-los a esta lei estatística em um futuro próximo. Em 27 de maio de 2014, um novo Regulamento (UE) n<sup>o</sup> 538/2014 foi publicado no jornal oficial da União Europeia alterando o Regulamento (UE) n<sup>o</sup> 691/2011 relativo às contas econômicas europeias do meio ambiente, adicionando três módulos adicionais — (i) contabilização das despesas de proteção ambiental, (ii) os bens ambientais e contas de serviços e (iii) contas de fluxos de energia física. O Regulamento também faz parte da resposta da UE à iniciativa internacional para desenvolver um Sistema de Contas Ambientais e Econômicos (SICEA), da ONU, em conjunto com a Comissão Europeia (Eurostat), a OECD, o Banco Mundial e o FMI.
- xxviii Em agosto de 2014, por iniciativa das Nações Unidas, formou-se O Grupo Independente de *Experts* que publicaram o relatório intitulado *O mundo que importa: mobilização pela revolução de dados para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <http://www.undatarevolution.org/report/>.
- xxix A Economia de Ecossistemas e Biodiversidade (AEEB ou TEEB) foi criada em 2007, com o objetivo de analisar o estado da arte das metodologias existentes de avaliação dos ecossistemas e biodiversidade, bem como avaliar e internalizar estes valores, e realizar estudos de casos com parcerias em diversos países e ecossistemas com recomendações de políticas. No Brasil, o TEEB foi

instituído em 2011 e analisa as práticas de agricultura e estudos de casos com Natura e Monsanto.

- xxx UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). *Measuring Sustainable Development: Report of the Joint UNECE/OECD/EUROSTAT Working Group on Statistics for Sustainable Development*. New York, 2009; UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). *Measuring Sustainable Development*, 2009.
- xxxii WORLD BANK. *The Changing Wealth of Nations*. Washington, D.C., 2011.
- xxxiii LUSTOSA, M. C. O Custo de Uso e os Recursos Naturais. *XXVI Encontro Nacional de Economia*. 1998; YOUNG, C. E. F. *Transition towards a green and inclusive economic model: a Latin American perspective*. Relatório de pesquisa para o projeto Transición de América Latina y el Caribe hacia un modelo de crecimiento verde y inclusivo (PNUMA/CEPAL). Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2010.
- xxxiv O conceito de *royalty* foi formulado por Hotelling (1931), como um prêmio a ser pago ao detentor de recursos naturais não renováveis em compensação por sua exaustão e sua não disponibilidade no futuro, quando poderia ter valor muito maior. Na antiguidade, *royalties* eram os valores pagos por terceiros ao rei ou nobre, como compensação pela extração de recursos naturais existentes em suas terras.
- xxxv Calculando o *rent*, subtraindo-se do valor adicionado (diferença entre receita da venda e o consumo intermediário necessário à extração) o pagamento dos fatores de produção envolvidos na extração: salários e encargos sociais, e o retorno normal do capital.
- xxxvi A regra de Hotelling considera a finitude dos recursos não renováveis, e cria o modelo clássico de gestão de trajetória “ótima” de recursos não renováveis. O esgotamento do estoque de recursos não renováveis gera escassez de oferta ao longo do tempo, aumentando o preço do recurso, que cresce conforme a taxa de juros. Quanto mais cresce o preço dos recursos, menor tende a ser a procura, até cessar de vez. O valor do recurso não renovável equivale ao valor presente líquido das vendas futuras (*royalty*); assim, os

proprietários devem esperar que o preço líquido dos minérios, descontados os custos de extração, cresça a uma taxa equivalente à taxa de juros. A taxa de extração será tanto maior quanto menor for o valor do recurso em estoque (*royalty*). Os fatores que contribuem para a valorização do recurso também contribuem para sua extração mais comedida, tais como elevação da demanda (sobem os preços); esgotamento de fontes alternativas; e descoberta de novos usos.

xxxvi ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Results of the Survey on Sub-soil Assets in OECD Countries. *Working Party on National Accounts*, 2008.

xxxvii Ver <http://www.ssb.no/en/natur-og-miljo>.

xxxviii Ver <http://www.cbs.nl/en-GB/menu/themas/natuur-milieu/nieuws/default.htm>.

xxxix Ver <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/ViewContent?readform&view=productsbytopic&Action=Expand&Num=2.3.2>.

xl Ver <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/ee/>.

xli As contas, que são divulgadas anualmente há mais de 20 anos, fornecem informações sobre o esgotamento dos recursos naturais, degradação ambiental e gastos em proteção ambiental. Desde 1985, o INEGI calcula o indicador anual do PIB Verde Agregado. Para maiores informações, ver <http://www.inegi.org.mx/>.

xlii Idem a xi.

xliii Ver [http://www.id.undp.org/content/dam/indonesia/2015/lecb/doc/august2015/1\\_IGEM\\_CS5%20\(mei2015\)\\_webquality.pdf](http://www.id.undp.org/content/dam/indonesia/2015/lecb/doc/august2015/1_IGEM_CS5%20(mei2015)_webquality.pdf).

xliv Em 1997, o governo de Taiwan promulgou uma emenda ao artigo 10 de sua Constituição para apoiar a proteção ambiental e ecológica. A fim de implementar esta política, a Administração de Proteção Ambiental (EPA) convidou os departamentos relevantes para discutir o PIB Verde, no âmbito do Sistema Integrado de Contabilidade Ambiental e Econômica (SEEA), liderado pelas Nações Unidas e pelo Banco Mundial. Um esforço inicial foi feito para coletar os dados necessários e coordenar com os departamentos pertinentes para

estabelecer um banco de dados para a contabilidade do PIB verde e, em seguida, lançar oficialmente a contabilidade do PIB verde de Taiwan pela Direção Geral de Orçamento, Contabilidade e Estatística (DGBAS).

- xliv BARTELMUS, P. Green Accounting for a Sustainable Economy: Policy Use and Analysis of Environmental Accounts in the Philippines. *Ecological economics*, 29, 1999, p. 155-170.
- xlvi UNSD Searchable Archive of Publications on Environmental-Economic Accounting. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/>. Acesso em: 25 mar. 2014.
- xlvii Ver [http://mospi.nic.in/Mospi\\_New/site/home.aspx](http://mospi.nic.in/Mospi_New/site/home.aspx).
- xlviii ALFSEN, K. H.; HASS, J. L.; TAO, H.; YOU, W. International Experiences with Green GDP. *Reports 2006/32*, Statistics Norway, 2006.
- xlix YOUNG, C. E .F. Contabilidade Ambiental Nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil. In: MAY, P. (Org.) *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. 4. Reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>.

# 13

## Mudança Institucional e Sustentabilidade no Setor de Petróleo e Gás

Valéria Vinha

Andrea Raccichini

*Nada é tão poderoso no mundo como uma ideia cuja oportunidade chegou.*

(Victor Hugo)

### 13.1 INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas, o processo de degradação dos ecossistemas assumiu proporções alarmantes, impondo seu enfrentamento a governos e sociedades, mas, também, às empresas, em particular, às grandes corporações multinacionais. Este capítulo analisa as mudanças culturais e institucionais ocorridas no setor de petróleo e gás (P&G), visando a responder ao aumento da demanda de energia, impulsionado pelo crescimento econômico global.<sup>i</sup> Com cerca de 80 % do consumo atual de energia baseado em recursos fósseis, o setor energético contribui com dois terços das emissões de gases de efeito estufa.<sup>ii</sup> Ademais, esta indústria exerce significativos impactos territoriais, impondo adaptações a vários segmentos de *stakeholders*.<sup>iii</sup> Portanto, adaptar a atividade extrativa de modo a reduzir seus impactos socioambientais nos territórios onde se instala passou a ser um diferencial de competitividade em um cenário

crescentemente influenciado pelas mudanças climáticas. Para tanto, cabe a esta indústria equacionar o custo de extração em relação ao custo resultante da administração de seus impactos, entre eles, o aumento significativo dos custos de transação, a gestão de risco socioambiental e, no limite, as consequências da perda de licença de exploração, que atingem, necessariamente, a capacidade futura de investimento e o capital reputacional.

Neste cenário, a estratégia “*no go*”<sup>iv</sup> passa a ter um peso expressivo nas decisões de investimento, respaldada pela rápida disseminação de uma nova convenção de mercado denominada Convenção do Desenvolvimento Sustentável (CDS). Este capítulo se propõe a caracterizar a mudança na trajetória institucional do setor de P&G influenciada pelo ambiente institucional moldado por esta convenção, sustentada na hipótese de que as chamadas *majors* vêm adaptando suas estratégias corporativas, estruturas e competências de modo a responder à CDS, sendo que o principal diferencial competitivo reside na política de relacionamento com os *stakeholders*, uma vez que esta variável externa seria capaz de “desviar” a empresa da dependência à trajetória.

A abordagem teórica combina elementos da literatura nas variedades de capitalismo, na vertente que foca na mudança institucional, e na visão baseada em recursos, com ênfase nos aspectos estratégicos da teoria da firma de modo a identificar as mudanças endógenas face ao ambientalismo empresarial e no capital reputacional oriundo da estratégia de relacionamento com os *stakeholders*. A título de ilustração, serão apresentados alguns exemplos de alterações na estratégia e/ou na estrutura de empresas do setor de P&G.

## 13.2 NOVOS DESAFIOS PARA O SETOR ENERGÉTICO

Desde a histórica Conferência de Estocolmo (1972) até a recente Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável — Rio+20 (2012) — houve um crescente debate e reflexão a respeito da sustentabilidade dos impactos da atividade humana sobre o meio ambiente e sobre as condições de vida da sociedade. No mundo inteiro, setor empresarial, Estados e a sociedade civil começaram, de forma diversa, a internalizar essa discussão por meio de conferências nacionais e internacionais, da concepção de novas práticas empresariais, da formulação de leis e regulamentações ambientais, da difusão da imprensa, de estudos acadêmicos e discursos de cunho estritamente popular.

É relevante destacar que a reflexão, discussão e operacionalização internacional sobre desenvolvimento sustentável — que ocorreram em múltiplos níveis — viabilizaram a difusão de uma crença compartilhada na sociedade. Neste sentido, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado uma nova convenção de mercado que molda os ambientes e arranjos institucionais, o ambiente de negócios, as práticas empresariais, capaz de influenciar os mapas cognitivos dos demais atores. A noção de convenção de mercado utilizada neste ensaio é a que se segue:

Segundo a noção sugerida por Keynes (1930), convenção constitui mais uma pressuposição do que experiência historicamente comprovada. Os atores sociais estabelecem convenções para enfrentar um ambiente caracterizado por um alto grau de incerteza e risco que, uma vez generalizadas, funcionam como parâmetros relativamente flexíveis que sinalizam o provável cenário do futuro, novo ambiente no qual as ações econômicas se moverão.<sup>v</sup>

Uma vez formada e generalizada, a convenção repercute sobre a definição de acordos e, dependendo da frequência com que determinadas situações se repetem, torna-se rotina. Sob a perspectiva empresarial,

portanto, a CDS assume um caráter transformador que impacta diretamente as estratégias, estruturas e competências das empresas. Contudo, sua viabilização tem sido gradativa e irregular. Se, por um lado, nos setores extrativistas e nas multinacionais avança mais rapidamente devido a maior influência das forças sociais, de mercado e regulatórias e à magnitude dos custos associados ao passivo ambiental, por outro lado, é mais difícil implementar e replicar mudanças em empresas de grande porte, cuja localização e natureza das operações variam significativamente.

Assim, as trajetórias em direção à adoção de estratégias ambientalmente sustentáveis diferem significativamente entre setores, entre empresas de um mesmo setor e entre empresas de diferentes tamanhos.<sup>vi</sup> Nesta perspectiva, a internalização desta convenção pressuporia a adoção de novos valores (ética empresarial), a elaboração de novas estratégias, a implementação de novas formas organizacionais (novos departamentos, novas diretorias, novos perfis de profissionais etc.), a busca por novas soluções tecnológicas baseadas na ecoeficiência, além da procura ativa de certificações ambientais e sociais (entre outras, ISO 9000, ISO 14000, ISO 14001, SA 8000, ISO 26000) e do estabelecimento de uma política de diálogo com os *stakeholders* da empresa.

Por outro lado, o setor de P&G precisa atender ao aumento da demanda por meio de novos investimentos, principalmente, no *upstream*, buscar fontes energéticas alternativas e implementar políticas de eficiência energética. Segundo o World Energy Outlook (WEO),<sup>vii</sup> entre 2013 e 2035 a indústria de petróleo prevê, no cenário de Novas Políticas,<sup>viii</sup> investimentos em petróleo e gás (*upstream*) que somam no total de US\$ 15 trilhões (em dólares de 2012) ou cerca de US\$ 660 bilhões por ano. O aumento de investimentos no *upstream* é maior do que no *downstream*. Ainda neste cenário, a produção mundial aumentará de 89,2 mb/d para 101,4 mb/d (3,3 mb/d se referem aos *processing gains*, logo a produção

meta é de 98,1 mb/d) durante o mesmo período. Neste bojo, há também mudanças na tipologia de recursos e nos novos equilíbrios geopolíticos.

Observa-se que os recursos não convencionais mostram um *momentum* crescente e permanente, os campos já existentes de P&G estão em constante declínio e, entre os recursos convencionais, há um crescente papel das jazidas em águas ultraprofundas, como, por exemplo, ocorre no Brasil. No entanto, os países que sempre foram grandes importadores de P&G estão se tornando os maiores produtores, a exemplo dos Estados Unidos da América (EUA). Ademais, a China se tornou o maior importador de energia do mundo, a Europa diminuiu sua demanda por energia e os países emergentes estão conquistando sempre mais espaço no cenário energético mundial.

Ao mesmo tempo, dentro do horizonte da transição energética, cabe ressaltar igualmente a questão da matriz e da eficiência energética. Especificamente, são destacados principalmente como novos recursos relevantes para esta transição os biocombustíveis (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> gerações), a eólica, a hidroeletricidade e o gás — o último como recurso de transição de curto prazo. Além disso, a participação das renováveis no uso de energia deve passar de 13 % em 2011 para 18 % em 2035.<sup>ix</sup> No que tange à eficiência energética, há um grande potencial econômico ainda a ser explorado, como assinalado pelo WEO.<sup>x</sup> Logo, o aumento da produção de P&G (tendo em vista um forte aumento da participação do gás), as energias renováveis e a eficiência energética compõem o *mix* energético atual para atender ao crescimento das populações.

No entanto, como o setor de hidrocarbonetos vem sendo influenciado e moldado pela CDS? Quais os novos desafios dos investimentos de P&G em face da CDS? Com efeito, para manter ou aumentar a taxa histórica de exploração e produção será necessário levar em conta somente desafios tecnológicos, geológicos, econômicos e geopolíticos? Há novos fatores que precisam ser levados em consideração? Por exemplo, ao pensar na morte de oito pessoas da tribo Ogoni na Nigéria (1995) onde a Shell possui plantas

de produção de P&G, no caso do Brent Spar (1994) da mesma empresa, o vazamento de petróleo no Golfo do México da BP (2010) ou, ainda, a crítica ambiental aos recursos não convencionais, fica claro que há necessidade de se incluir outros fatores além da questão do estoque de matéria-prima e de tecnologia poupadora de recursos na hora da tomada de decisão de investimento.

Cabe destacar também os fortes impactos locais; se, por um lado, os empreendimentos dinamizam a economia local, por outro, podem provocar riscos sociais e piorar a qualidade de vida devido à especulação imobiliária, à sobrecarga na oferta de serviços públicos, à possibilidade de crescimento desordenado, à deterioração de ecossistemas, ao aumento da violência e do trânsito, entre outros. A CDS, então, é uma nova variável a ser levada em consideração no desenvolvimento do próprio negócio. Especificamente, as transformações que o mundo energético está passando precisam ser equacionadas com a CDS. Neste cenário, como as empresas de P&G estão mudando a própria forma de fazer negócio? A próxima seção faz uma revisão da literatura visando a propor ferramentas teóricas aptas para caracterizar essa mudança.

### **13.3 UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O REFERENCIAL TEÓRICO**

Na tese histórica de Karl Polanyi (1992) sobre o homem como ser social, a economia é considerada um processo “instituído”.<sup>xi</sup> Em outras palavras, a economia é empiricamente construída pela interação entre o homem e seu ambiente na satisfação de interesse materiais e psicológicos. Nela, as atividades sociais que compõem o processo econômico são primariamente contidas em instituições. Assim, na visão de Polanyi, a economia está enraizada em igual modo nas instituições econômicas e não econômicas cujas formas de integração se dão a partir de três conceitos: reciprocidade, redistribuição e o intercâmbio.

Além disso, as interações sociais tomam um lugar de destaque, onde elementos como solidariedade, cooperação, confiança e credibilidade são cruciais. Portanto, enfatiza-se que “os indivíduos e firmas não tomam decisões baseadas em estrita racionalidade econômica, nem são motivados a otimizar em função das escolhas econômicas disponíveis, mas sim a responder positivamente às interações sociais”.<sup>xii</sup> Nessa mesma linha de argumentação, a autora Linda Weiss (2003) destaca o conceito de Polanyi<sup>xiii</sup> de *institutional embeddedness* (enraizamento institucional): a economia de mercado funciona por causa de sua inserção institucional. Esta ideia une o mercado e o Estado e destaca a complementaridade das duas instituições.

Por sinal, o conceito de *institutional embeddedness* faz com que o processo econômico seja o resultado, no espaço e no tempo, das relações sociais entre diversos atores (Estado, mercado e sociedade civil). De forma geral, torna-se relevante caracterizar essas relações e as mudanças institucionais que ocorrem. Isto pode ser pesquisado tanto no nível macro, olhando por sistemas capitalistas, como também no nível micro, olhando pelo comportamento das empresas perante o ambiente institucional. Assim, como mencionado anteriormente, será objeto deste texto o estudo da mudança institucional, no nível micro, das *majors* diante de seu ambiente institucional moldado pela CDS.

Sob uma perspectiva teórica, a abordagem da variedade de capitalismo (VoC) procura caracterizar a tipologia de mudança institucional e o ambientalismo empresarial juntamente com o subsídio teórico da teoria da firma, identificando as transformações empresariais endógenas (estratégia, estrutura e competências) e a tipologia de firma em consideração. As próximas duas seções são dedicadas a esta explicação.

### **13.3.1 Variedade de capitalismo (VoC)**

A literatura de VoC enfatiza a complementaridade institucional e a coordenação entre atores para o alcance de equilíbrios cooperativos. Contudo, a complementaridade institucional reforça as diferenças entre diversos regimes produtivos, tornando a análise estática e os sistemas capitalistas resilientes à mudança. Diversos autores ressaltaram a característica estática da abordagem da VoC e sua incapacidade em explicar a mudança institucional. Contudo, há um esforço teórico que visa a superar o impasse no foco na estabilidade. Por exemplo, alguns autores propõem uma abordagem de evolução.<sup>xiv</sup> A ideia básica é aquela de colocar o aspecto histórico (*historical back*) dentro do institucionalismo histórico, focalizando as (diversas) mudanças evolucionárias que podem ser mais transformadoras do que revolucionárias.

Nesse sentido, o trabalho de Streeck e Thelen (2009) avança esta ideia e procura oferecer uma abordagem teórica e instrumentos analíticos para caracterizar e explicar mudanças institucionais nas economias políticas desenvolvidas.<sup>xv</sup> O trabalho focaliza na transformação gradual, ou seja, na mudança incremental com resultados transformativos, quando as análises convencionais costumam identificar a mudança somente como momentos de rupturas (Tabela 13.1).

Além disso, os autores propõem uma “caixa de ferramenta” que permite identificar as transformações graduais. Com efeito, são classificadas cinco tipologias de mudança: (i) *displacement*: lento crescimento da instituição subordinada à instituição dominante; (ii) *layering*: instituições existentes ganham novos elementos que fazem com que haja uma mudança de *status* e estrutura; (iii) *drift*: embora haja uma mudança externa, há uma negligência no sentido de manter as velhas instituições, causando, assim, seu deslizamento; (iv) *conversion*: realocação da velha instituição para uma nova finalidade; novos objetivos ligados a velhas estruturas; (v) *exhaustion*: colapso gradual da instituição ao longo do tempo. Dessa maneira, essas categorias são usadas para caracterizar o

processo de mudança das *majors* a partir das transformações empresariais que vêm à tona por meio da análise das empresas. Contudo, como identificar sob uma perspectiva teórica estas evoluções empresariais *stricto sensu*? O ambientalismo empresarial juntamente com o subsídio teórico da teoria da firma visam atender a essa lacuna teórica.

**TABELA 13.1**

Tipologias de mudança: processo e resultado

		Resultado da mudança	
		Continuidade	Descontinuidade
Processo de mudança	<b>Incremental</b>	Reprodução por meio de adaptação	Transformação gradual
	<b>Abrupto</b>	Sobreviver e retornar	Ruptura e substituição

Fonte: Streeck e Thelen (2009, p. 126).

### 13.3.2 Ambientalismo empresarial e a teoria da firma

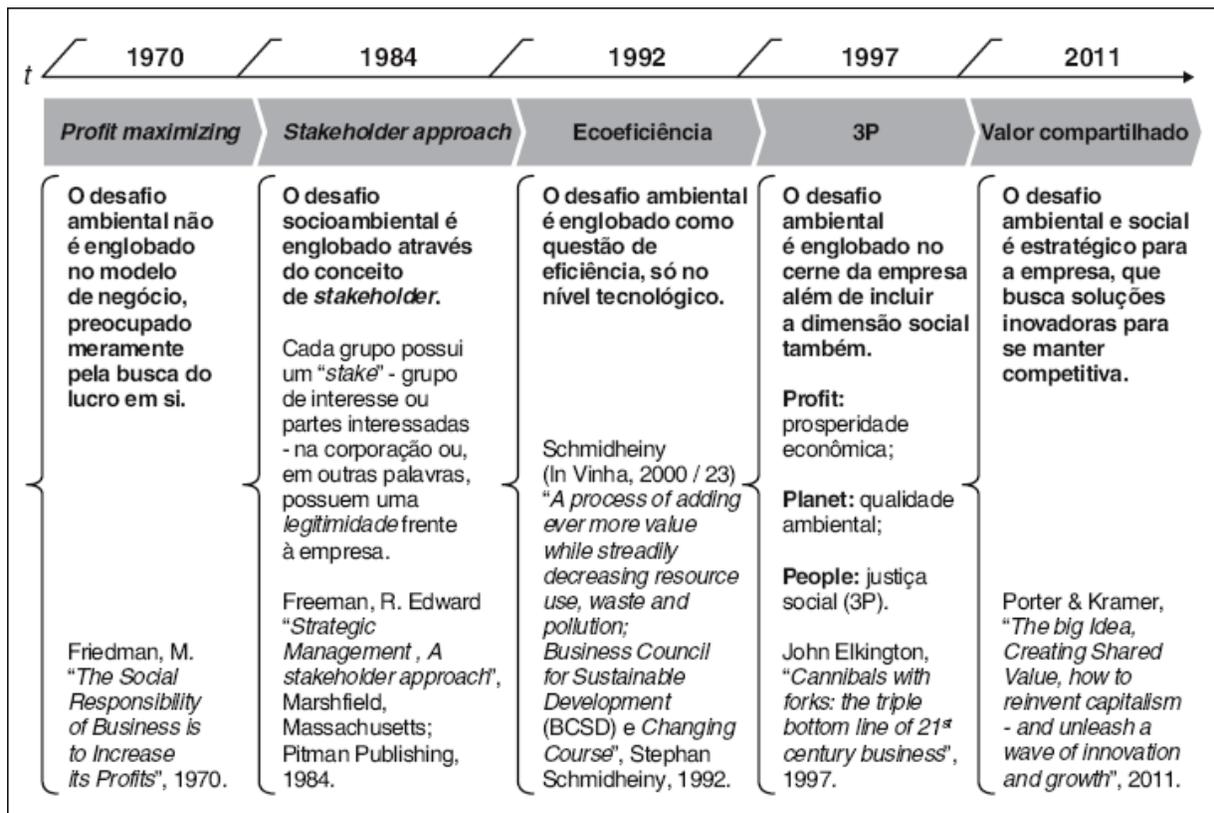
As atividades econômicas possuem consequências morais ao englobar no “olhar do economista” as outras dimensões que a CDS traz à tona: sociedade e meio ambiente. Isto ressoa muito com a tese histórica de Polanyi antes apresentada. A economia é enraizada na sociedade e, mais, no ecossistema também, como a literatura da economia ecológica aponta.<sup>xvi</sup> No que diz respeito às corporações capitalistas, portanto, nos últimos 30 anos vêm evoluindo uma literatura que procura caracterizar as mudanças das abordagens empresariais ao englobar a CDS no negócio.

Pelo fato de o desenvolvimento sustentável ser considerado uma convenção, no âmbito acadêmico também há diversas visões, abordagens e “teorias” que procuram lançar luz a este mundo empresarial em transformação. Com efeito, no meio acadêmico a discussão sobre Responsabilidade Social Empresarial (RSE) é ampla e debatida. Diversos autores discutem a natureza da RSE<sup>xvii</sup> e o novo papel da RSE para o desenvolvimento,<sup>xviii</sup> tentando caracterizar a “nova transformação” da empresa em face de seu ambiente de negócios.

O setor empresarial, por sua vez, procurou buscar novas soluções que pudessem converter o *custo implícito de ser responsável* para considerá-lo como *investimento gerador de valor*. Neste bojo, procura-se identificar trabalhos-chave que, de forma consistente, explicitam a evolução do pensamento sobre as mudanças empresariais em face da CDS. Logo — longe de ter uma pretensão determinística e fechada na contribuição nesta vertente de literatura econômica — propõe-se um arcabouço temporal que aponta para momentos da evolução deste pensamento (Figura 13.1); considera-se este arcabouço apenas uma boa aproximação.

A etapa *Profit Maximizing* (Maximização do Lucro) se baseia no trabalho de Friedman,<sup>xix</sup> no qual o desafio ambiental não é englobado no modelo de negócio, preocupado meramente na busca de lucro em si. A segunda etapa, *Stakeholder Approach* (Abordagem dos *Stakeholders*), engloba a variável socioambiental por meio do engajamento dos *stakeholders* e o reconhecimento de sua importância estratégica. Em seguida, a Ecoeficiência aponta para as tecnologias poupadoras de recursos nos processos da firma. O *Triple Bottom Line* (3P), por sua vez, traz no cerne do negócio a dimensão social e ambiental, junto ao *bottom line* financeiro. Por último, o Valor Compartilhado (VC) procura sinalizar a relevância estratégica da variável socioambiental e a formulação de projetos *win-win* nos quais há benefícios mútuos entre sociedade e empresa.

As diversas correntes de pensamentos podem ser complementares, a não ser a primeira etapa. Assim, a partir da internalização da CDS no nível estratégico — como sugerido pelo VC e *stakeholder approach* — cada abordagem se torna instrumento de operacionalização da sustentabilidade. Logo, a ecoeficiência contribui como forma de otimização de processos e o *Triple Bottom Line* procura ser uma ferramenta de medição de resultados “ecossocioambientais”.



**FIGURA 13.1** Evolução do pensamento do ambientalismo empresarial.

Por fim, essas etapas descrevem a evolução da abordagem da empresa perante os problemas ambientais e sociais, ou seja, a mudança de uma visão “individualista” para uma visão “coletiva” ou integrada. Contudo, sob uma perspectiva teórica, essas abordagens não possuem um subsídio teórico capaz de descrever a concepção da firma e de suas mudanças internas (estratégia, estrutura e competências), que, por sinal, são consequências da

internalização da CDS. Em outras palavras, qual é a tipologia de firma levada em consideração?

O referencial teórico necessário é o da teoria da firma. Nessa linha de argumentação, a Visão Baseada em Recursos (VBR) permite, de um lado, retomar a literatura da teoria da firma e, de outro, sistematizar, atualizar e problematizar conceitos e noções relativas ao tema das estratégias empresariais e da estrutura organizacional, buscando as razões que explicam a sustentação de vantagem competitiva a partir de uma abordagem interna à firma, isto é, olhando para suas habilidades, competências e capacitações.<sup>xx</sup>

As ideias-chave da VBR podem ser agrupadas em cinco proposições: (i) firmas são coleções únicas de recursos produtivos; (ii) firmas bem-sucedidas são essencialmente heterogêneas em termos de recursos; (iii) firmas bem-sucedidas crescem por diversificação produtiva ou por aquisição de outras; (iv) recursos podem ser pensados como uma vantagem da firma; e (v) recursos são responsáveis por diferentes resultados das firmas.<sup>xxi</sup> Por sua vez, nas palavras de Foss (1997, p. 119), recursos são “aqueles ativos (tangíveis e intangíveis) incorporados de forma semipermanente à firma”.<sup>xxii</sup>

Para sustentar vantagem competitiva,<sup>xxiii</sup> uma empresa deve possuir recursos com quatro características: (i) podem ser valorados; (ii) raros na competição atual e potencial da firma; (iii) devem ser inimitáveis; e (iv) não podem existir recursos substitutos estrategicamente equivalentes aos recursos que são valiosos, raros e inimitáveis.<sup>xxiv</sup> Em síntese, a firma que possui uma vantagem competitiva sustentada detém recursos que precisam ser raros, valiosos e difíceis de imitar.

As firmas que mantêm robustez competitiva, caracterizam-se por demonstrar habilidade em gerar contínuo fluxo de conhecimento em direção à inovação (englobando a invenção e a

exploração de novos produtos e processos), e em possuir uma estrutura de gerenciamento competente na combinação dos recursos, de maneira a extrair-lhes a máxima eficiência. Neste patamar, suas capacitações são reforçadas correspondendo ao que Teece, Pisano e Shuen (1990)<sup>xxv</sup> chamam de ‘capacitações dinâmicas’.<sup>xxvi</sup>

Portanto, as firmas selecionam suas estratégias buscando utilizar seus recursos, heterogêneos e únicos, para sustentar sua vantagem competitiva. Assim, as capacitações dinâmicas advêm da capacidade de identificar e mensurar as novas oportunidades lucrativas que se apresentam e introduzem novas mudanças na empresa. Nesta linha de argumentação, ganham destaque questões como o conhecimento, incerteza, capacitações, informações, inovação, responsabilidade e organização. Neste cenário, a teoria evolucionária da firma permite ter uma visão mais abrangente e completa. A ideia-chave desta teoria é o conceito de “rotina organizacional” — forma habitual de fazer coisas e decidir o que fazer, partindo-se das habilidades e dos processos da firma. Destaca-se que:

Nelson e Winter (1982)<sup>xxvii</sup> defendem que as mais importantes formas de estocar o conhecimento operacional da organização é a rotinização das atividades. Toda empresa possui em si mesma a lembrança que instrui as rotinas, constituindo assim uma ‘memória organizacional’, superior aos registros formais e documentais, construída por um processo de ‘*remembering by doing*’.<sup>xxviii</sup>

Assim, as rotinas possuem características operacionais, com relação à atividade de investimento, às decisões estratégicas e à capacidade da firma para mudar suas características organizacionais. Neste contexto, a perspectiva futura da firma depende de sua posição no presente e do caminho já percorrido, sobretudo no que tange às oportunidades

tecnológicas. Logo, o futuro empresarial depende do passado, isto é, a “história conta”, que, por sua vez, é a ideia central do conceito de *path-dependence* (dependência da trajetória). Por sinal, o investimento feito pela empresa no passado e seu “repertório de rotinas” influenciarão o seu comportamento futuro. Não apenas porque investimentos se realizam no futuro, mas, principalmente, porque o processo de aprendizagem no qual se geram e se reforçam as competências específicas da firma pressupõe tempo e acúmulo de oportunidades tecnológicas construídas.

Nessa linha de argumentação, a CDS se caracteriza como uma inovação no ambiente institucional que quebra a dependência da trajetória por meio do englobamento das dimensões de preservação do meio ambiente e da melhoria da sociedade (*stakeholders*) como um todo. Nesse sentido, uma empresa que procura instaurar um diálogo e um relacionamento com os demais *stakeholders*<sup>xxix</sup> envolvidos nos empreendimentos faz com que o ator externo, de um lado, torne-se um novo recurso heterogêneo e único — ativo intangível (de informação privilegiada) — e, de outro, impacte as rotinas organizacionais internas da firma, impulsionando processos de conhecimento e aprendizado.

Finalmente, esta seção procurou oferecer um subsídio teórico para a caracterização da tipologia de mudança institucional a partir da VoC. Ademais, foi apresentado o ambientalismo empresarial e a teoria da firma para então prover ferramentas teóricas capazes de caracterizar a influência nas estratégias, estruturas e competências da firma. Na próxima seção é realizada uma explicitação preliminar das transformações em andamento nas *majors* de P&G à luz do referencial teórico aqui apresentado.

## 13.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: DO RECONHECIMENTO À AÇÃO

O setor energético está passando por um processo de transformação composto por diversas dimensões (geopolítica, tecnológica, recursos não

convencionais, sociedade, meio ambiente, economica etc.), como anteriormente ressaltado. As empresas de P&G, por sinal, além de acompanharem, estão cientes dessas novas tendências de mercado. Contudo, a adaptação empresarial possui velocidades, graus e formas diferentes. Em específico, no que tange as questões socioambientais, destaca-se que o setor de P&G passou a reconhecer o desenvolvimento sustentável (DS) como algo relevante, quando 20 anos atrás não era entendido e considerado.

Agora, para as empresas de P&G, o desafio é: como implementar o DS na firma? Neste novo cenário, as *majors* estão dando sempre mais sinais que apontam para uma mudança *de fazer negócio*. Os impulsionadores desta transformação são exógenos à empresa em si, tais como as novas expectativas da sociedade, novas leis e normas e a concorrência, e endógenos à firma, como a reputação, lições aprendidas (eventos críticos, como, por exemplo, Macondo) e liderança empresarial (papel dos executivos e dos colaboradores). Logo, como essas novas tendências estão mudando as estratégias, estruturas e as competências das firmas de P&G? E que tipologia de mudança está em andamento?

Aqui, são dados alguns exemplos que pretendem responder a estas perguntas. Contudo, cabe destacar que o processo de mudança dessas empresas é ainda irregular, variável e talvez insuficiente, mas o que será apresentado refere-se aos primeiros sinais de um processo que há duas décadas nem estava acontecendo. Dentro do universo da indústria de P&G é escolhido o conjunto das *majors* (BP, Chevron, ExxonMobil, Shell, Total, ConocoPhillips e Eni).<sup>xxx</sup> Neste, são escolhidas a BP e a Shell por serem paradigmáticas dos desafios da expansão da oferta do setor de hidrocarboneto perante a CDS. Especificamente, são empresas globais e umas das líderes no setor empresarial de P&G. Ademais, as *majors* sofreram grandes acidentes como o do *Brent Spar* (Shell) e o *Deep Water Horizon* (BP), que fizeram com que as empresas iniciassem ou

continuassem um processo de transformação empresarial capaz de dar conta também das novas dimensões socioambientais. Remete-se a outras pesquisas a análise de outras empresas.

No nível estratégico, a Shell é pioneira há 40 anos na formulação de cenários em que são construídas visões do futuro englobando tendências de longo prazo da economia, da demanda e oferta da energia, das mudanças geopolíticas e sociais. Por meio deste acompanhamento constante do ambiente empresarial, a Shell vem englobando as temáticas do DS também. Por exemplo, no que diz respeito às mudanças climáticas, a *major* desde 2005 mudou profundamente suas prioridades de investimento. Isto é, passou-se a priorizar a exploração de gás ao óleo e a implantação de novas tecnologias. Ademais, em 2011, a Shell investiu muito nos biocombustíveis de cana-de-açúcar por meio da *joint venture* da Raízen (Brasil).

Houve, então, um movimento estratégico que aponta para a diminuição da exploração do óleo e para o uso de recursos de transição (gás) e “futuros” (biocombustíveis). Além disso, a empresa anglo-holandesa, na tentativa de internalizar a CDS, passou por transformações de estrutura e competências. Por sinal, em 2010, foi criada uma área específica, que procura lidar com riscos de natureza não técnica de projetos. Isto é, o gerente de projeto, além de considerar os riscos técnicos ligados à operação, deve considerar riscos associados à sociedade e ao meio ambiente no entorno do empreendimento. Com efeito, esta nova área apoia o gerente de projeto e visa a articular e dialogar com diversos departamentos da empresa para identificar, antecipadamente, potenciais problemas não técnicos. A figura profissional que faz isso é o *Venture Support Integrator*.

A área de riscos não técnicos procura engajar-se com os *stakeholders* envolvidos no empreendimento para obter informação privilegiada sobre temáticas socioambientais e, conseqüentemente, mudar seu projeto e implementar ações apropriadas. A Shell, então, para tornar seu negócio menos impactante, procura lidar com as mudanças das expectativas da

sociedade em nível global (transição energética) e local (empreendimentos), por meio da formulação de novas estratégias, novas estruturas internas e competências.

No que tange à mudança da firma BP, 1998 é a data do marco inicial. Neste ano, a empresa declara querer reduzir em 10 % os gases de efeito estufa até 2010. Foi a primeira empresa de P&G a fazer isso e a reconhecer seus impactos ambientais. A mudança vem junto com a mudança que estava acontecendo no mundo (Eco92, Protocolo de Quioto etc.).

No que diz respeito aos fatores internos, é fundamental a liderança do CEO John Browne. Ele foi o líder da sustentabilidade dentro da empresa e plantou a semente do DS nela. A empresa optou por assumir uma liderança mundial nas energias renováveis (solar e, mais recentemente, nos biocombustíveis), cuja trajetória remonta a 30 anos. Neste processo de mudança, o acidente de Macondo foi um terrível evento que, contudo, contribuiu para aumentar o aprendizado e para melhorar as operações dentro da empresa. Justamente após o *Deep Water Horizon*, a BP passou por um processo de reestruturação baseado no trabalho de cinco valores — segurança, coragem, excelência, respeito e trabalho de equipe — que precisam estar enraizados em cada processo, departamento e operação da firma. Neste bojo, a segurança deve tornar-se uma cultura e nela é estimulada a coragem, o respeito, a excelência e o trabalho em equipe.<sup>xxxix</sup>

Dessa forma, a BP mudou a própria estratégia em reconhecer o impacto socioambiental de suas atividades, procurou investir em renováveis e estabelecer novas rotinas internas para enraizar, em cada funcionário da BP, o desenvolvimento sustentável. Finalmente, a breve descrição das mudanças empresariais sinaliza uma transformação em andamento no setor de P&G como um todo, apesar dos diferentes graus de mudança.

A partir desta análise, pode-se afirmar que as empresas de P&G estão mudando suas estratégias de acordo com a abordagem teórica identificada

na revisão de literatura do ambientalismo empresarial.<sup>xxxii</sup> Isto é, passou-se de uma orientação social de *Profit Maximizing* para o *Triple Bottom Line*.

Nesta, em força da complementariedade entre as diversas vertentes, é contemplada a ecoeficiência e a abordagem dos *stakeholders*. A abertura da empresa para novos atores globais e locais — *stakeholders* — faz com que haja uma absorção das novas expectativas da sociedade e que se procure dar respostas tecnológicas e socioambientais para isto. Segundo Elmar Altvater (1995), o principal desafio das grandes corporações, particularmente as que atuam nos países em desenvolvimento, é o de lidar com os anseios e as expectativas das comunidades, a pressão do movimento ambientalista e o poder de barganha dos governos.<sup>xxxiii</sup> Isto é, aprender a se relacionar com seus *stakeholders*.

Por outro lado, ainda não há sinais fortes que apontem claramente para a etapa do Valor Compartilhado. No que tange à VBR e à teoria evolucionária, foi apresentado também como a CDS impacta a firma. Com efeito, as empresas selecionam estratégias, estruturas e competências buscando utilizar seus recursos, heterogêneos e únicos, para sustentar sua vantagem competitiva. No nível institucional, por sua vez, a mudança em andamento se caracteriza como incremental, com resultados transformativos por meio da categoria *conversion* (conversão). Isto é, a instituição firma está se direcionando para novos objetivos, funções e finalidades. Assim, as empresas de P&G estão, ao mesmo tempo, posicionando-se estrategicamente no mercado de energias renováveis e procurando mudar sua forma de produção. Há, então, uma busca para acompanhar — embora com ainda muitos problemas — as mudanças externas rumo à sustentabilidade.

## 13.5 CONCLUSÕES

A partir do desafio da expansão da oferta do setor de hidrocarboneto em face da convenção de desenvolvimento sustentável, neste capítulo vimos que houve um início de transformação do setor de P&G, em específico olhando para duas *majors*. Visando a corroborar a hipótese central e atender ao objetivo geral deste texto, foi apresentado o referencial teórico e fornecidos dois exemplos de mudança. A Shell e a BP mostram que a CDS está mudando suas próprias estratégias, estruturas e competências e que o engajamento de *stakeholders* é capaz de “desviar” a empresa da dependência da trajetória. Este resultado, por sua vez, é um sinal de que está havendo uma inclusão do DS *no fazer negócio*.

Embora haja muitos problemas e desafios a serem enfrentados, é relevante evidenciar que há um processo de mudança que induz a empresa a uma profunda evolução para superar as trajetórias institucionais já consolidadas. Contudo, esta mudança é gradual e se caracteriza como um processo, repleto de avanços e recuos, erros e acertos. Os desafios de ordem tecnológica e institucionais ainda são muitos, como, por exemplo, investimentos em tecnologias de *Carbon Capture and Storage* (CCS) de CO<sub>2</sub>, engajamento efetivo dos *stakeholders*, políticas de conteúdo local, alinhamento com políticas públicas, subsídios para recursos fósseis *versus* subsídios para as renováveis, o grande uso do carvão, questões geopolíticas, proteção da biodiversidade, exploração no Ártico, entre outros. Finalmente, o desenvolvimento sustentável coloca as gerações atuais e futuras diante de novos desafios que precisam ser enfrentados a partir de contribuições criativas e da inovação por parte do setor empresarial, Estado e sociedade como um todo.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Mudança institucional transformadora:** a ideia básica é a de inserir o aspecto histórico (*historical back*) dentro do institucionalismo, focalizando as (diversas) mudanças evolucionárias que podem ser mais

transformadoras do que revolucionárias. O trabalho de Streeck e Thelen (2009) focaliza na transformação gradual, ou seja, na mudança incremental com resultados transformadores, quando as análises convencionais identificam a mudança somente como momentos de rupturas.

- **Dependência da trajetória:** de acordo com Mahoney (2000) (*apud* DEEG, 2005), um processo de dependência da trajetória é aquele caracterizado por uma sequência de eventos que se reforçam entre si (*self-reinforcing*). Cada evento determina a direção de eventos consequentes.
- **Convenção de mercado:** Segundo a noção sugerida por Keynes (1930), convenção constitui mais uma pressuposição do que experiência historicamente comprovada. Os atores sociais estabelecem convenções para enfrentar um ambiente caracterizado por um alto grau de incerteza e risco que, uma vez generalizadas, funcionam como parâmetros relativamente flexíveis que sinalizam o provável cenário do futuro, novo ambiente no qual as ações econômicas se moverão (VINHA, 2000, p. 12).
- **Convenção de Desenvolvimento Sustentável (CDS):** convenção criada a partir de uma ideia compartilhada — neste caso, a ideia de desenvolvimento sustentável — que molda o ambiente empresarial com “novos” graus de incerteza e risco. Assim, uma vez que os atores estabelecem convenções, são tomadas decisões no nível estratégico, organizacional e operacional (RACCICHINI, 2014, p. 47). O desenvolvimento sustentável é uma ideia polissêmica, que engloba diversos sentidos.
- **Majors:** a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* – IEA) divide em quatro categorias as empresas de petróleo e gás para analisar a distribuição dos recursos de petróleo e gás, a produção e os *trends* de investimento. A seguir:

1. **National Oil Companies (NOCs)**: são empresas total ou majoritariamente de propriedade de governos nacionais e que concentram as atividades na produção nacional.
2. **International Oil Companies (INOCs)**: são empresas total ou majoritariamente de propriedade de governos nacionais e que concentram as atividades no nível nacional e internacional.
3. **Majors**: são empresas de propriedade privada e, em específico, se referem a: BP, Chevron, ExxonMobil, Shell, Total, ConocoPhillips e Eni.
4. **Independents**: abrange todas as empresas de maioria de propriedade privada, exceto as *majors*.

## QUESTÕES

- 13.1 Qual o conceito de desenvolvimento sustentável usado neste capítulo?
- 13.2 Qual o desafio do setor de hidrocarboneto no que tange às questões socioambientais?
- 13.3 Quais ferramentas teóricas são aptas à caracterização da mudança institucional e empresarial em função da CDS?
- 13.4 Como podemos descrever o processo de mudança impulsionado pelo desenvolvimento sustentável no setor energético?
- 13.5 Quais os desafios futuros para as empresas de P&G na internalização da convenção de desenvolvimento sustentável?

## LEITURA COMPLEMENTAR

DEEG, R. Path Dependency, institutional complementarity and change in national business systems. In: MORGAN, G.; WHITLEY, R.; MOEN, E. (Ed.). *Changing capitalism? Internationalization, institutional*

- change and systems of economic organization. Oxford, Oxford University Press, 2005. p. 21-52.
- FOSS, Nicolai J. & STIEGLITZ, Nils.; Modern Resource-Based Theory(ies), Prepared for Michael Dietrich and Jackie Krafft (Ed.), *Handbook on the economics and theory of the firm*, Edward Elgar, 2011.
- MAY, P. (Org.) *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2010.
- RACCICHINI, A. *As supermajors BP e SHELL vis-à-vis a convenção do desenvolvimento sustentável: uma caracterização da mudança*. 2014. 221f. Dissertação (mestrado) – UFRJ, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2014.
- SCHMIDT, V. *Bringing the state back into the varieties of capitalism and discourse back into the explication of change*. Working for European Studies, Working Paper 07.03 Disponível em: Annual Meetings of the American Political Science Association. Philadelphia, PA, aug. 31-sept. 3, 2006 (Draft Paper), 2006.
- STREECK, W. e THELEN, K.; Institutional Change in Advanced Political Economies in HANCKÉ, Bob (Editor) *Debating varieties of capitalism*. A Reader. Oxford e New York, Oxford University Press, 2009. p. 95 a 131.
- VINHA, V. *As empresas e o desenvolvimento sustentável: a trajetória da construção de uma convenção*, Instituto de Economia da UFRJ, 2004.
- VINHA, V. Polanyi e a nova sociologia econômica: uma aplicação contemporânea do conceito de enraizamento social (*social embeddedness*). *Revista Econômica*. v. 3. N. 2. Dezembro de 2001 (impresso em setembro de 2003).
- VINHA, V. *A convenção do desenvolvimento sustentável e as empresas ecocomprometidas*. Doutorado (Tese) – CPDA/UFRRJ, 2000.

WEISS, L.(Ed.); *States in the global economy*. Bringing Domestic Institutions Back In. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

\_\_\_\_\_ ; The State in the Economy: Neoliberal or Neoactivist? In: *Oxford handbook of comparative institutional analysis*. Apresentado no Seminário Internacional INCT-PPED/MIDS: Reposicionamentos Estratégicos, Políticas e Inovação em Tempos de Crise. Rio de Janeiro. IE/UFRJ. Data: 1 a 3 de setembro de 2009.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i De acordo com o World Energy Outlook (IEA, 2013a, p. 40-42), está previsto um crescimento médio do PIB real global de 3,6 % ao ano, no período de 2013-2035. Ressalta-se que os países que não fazem parte da OECD crescem com uma taxa média anual de 4,8 % (China 5,7 %; Índia 6,3 %; Brasil 3,7 %; África 4,0 %; entre outros). No que tange ao aumento populacional, o mesmo documento afirma que a população mundial passará de 7 bilhões, em 2011, para 8,7 bilhões em 2035. A taxa mais alta de crescimento, nesse mesmo período, é desempenhada ainda pelos países não OECD (1 % contra 0,4 % dos países OECD).
- ii INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Redrawing the Energy-Climate Map*, Executive Summary. World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency (IEA), OECD/IEA, 2013b, p. 3.
- iii Optamos por utilizar o termo *stakeholder* no lugar de “grupos de interesses” ou “partes interessadas” por ser mais abrangente, incorporando, além de todos os membros da cadeia produtiva, as comunidades, as ONGs, o setor público, e outras firmas e indivíduos formadores de opinião. Além disso, o termo está consagrado na literatura especializada. Mantivemos a versão em inglês, portanto, na falta de um correspondente à altura em português, lembrando que outros termos em inglês constam como verbete nos melhores dicionários brasileiros, como é o caso do Dicionário Aurélio.

- iv Significa optar pelo cenário de não realizar o empreendimento com base em análise de elevado risco socioambiental.
- v VINHA, V. A convenção do desenvolvimento sustentável e as empresas ecocomprometidas. Doutorado (Tese) – CPDA/UFRRJ, 2000.
- vi Idem a v.
- vii Idem a ii.
- viii São considerados três diferentes cenários no WEO, nos quais o destaque é a política energética e regulatória. O primeiro é o cenário Políticas Atuais, o qual considera somente os compromissos atualmente em execução. Representa como o mercado evoluirá com condições atuais. O segundo refere-se ao cenário Novas Políticas, em que são consideradas as implementações das políticas recém-anunciadas (por exemplo, políticas de eficiência energética, retirada de subsídios, incentivo a combustíveis alternativos). Isto é, caracteriza o potencial impacto dos desenvolvimentos recentes. Por fim, há o cenário 450, que considera as ações necessárias para limitar o impacto do aquecimento global ao máximo de 2 °C. Representa o caminho razoável para atendimento da meta climática.
- ix Idem a ii, p. 197.
- x Idem a ii, p. 232.
- xi POLANYI, K. The economy as an instituted process. In: GRANOVETTER, M. S.; SWEDBERG, R. (eds.). *The sociology of economic life*. Boulder, CO: Westview Press, 1992.
- xii Idem a v, p. 237.
- xiii POLANYI, K. *The great transformation*. Boston, MA: Beacon Press, 1957 (1. ed. 1944).
- xiv THELEN, K. *How institutions evolve: the political economy of skills in Germany, Britain, the United States, and Japan*. New York: Cambridge University Press, 2004; STREECK, W.; THELEN, K. Introduction. In: STREECK, Wolfgang; THELEN, Kathleen (Ed.). *Beyond continuity: institutional change in advanced political economies*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

- xv Idem a xiv.
- xvi CECHIN, A.; VEIGA, J. E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. *Revista de Economia Política*, v. 30, n. 3 (119), jul.-set. 2010; p. 438-454, DALY, H. E. *Crescimento sustentável? Não, obrigado*. Este artigo foi originalmente publicado em MANDER, Jerry; GOLDSMITH, Edward (Ed.). *The case against the global economy (and for a turn toward the local)*. San Francisco: Sierra Club Books, 1996, p. 192-96, sob o título “Sustainable growth? No thank you”; GEORGESCU-ROEGEN, N. Retrospect on the entropy law and the economic process. *Eastern Economic Journal* XII (1), 1986. p. 3-25.
- xvii FRIEDMAN, M. The social responsibility of business is to increase its profits. *The New York Times Magazine*, sept. 1970; VOGEL, D. *The market for virtue: the potential and limits of corporate social responsibility*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2005; BANERJEE, B. S. *Contesting corporate citizenship, sustainability and stakeholder theory: holy trinity or praxis of evil?* Presented at the Academy of Management conference, Denver, Aug. 2002.
- xviii PORTER, Michael E.; KRAMER, Mark R. Strategy and Society. The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review* (HBR), Dec. 2006; PORTER, Michael E.; KRAMER, Mark R. The Big Idea, Creating Shared Value, How to reinvent capitalism – and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review* (HBR), Jan.-Feb, 2011; ALBAREDA, L.; LOZANO, M. J.; YSA, T. Public Policies on Corporate Social Responsibility: The Role of Governments in Europe. *Journal of Business Ethics* 74:391-407, Springer 2007; ASHLEY, P. A. *Interactions between states and markets in a global context of change: contribution for building a research agenda on stakeholders’ social responsibility*. ISS Working Paper n. 506, jun. 2010.
- xix FRIEDMAN, M. The Social Responsibility of Business is to Increase its Profits. *The New York Times Magazine*, sept. 1970.
- xx Idem a v, p. 183.

- xxi Proposições extraídas do material didático disponibilizado nas aulas da disciplina Instituições, Organizações e Estratégias (IOE) proferida no primeiro bimestre de 2012 pela Professora Ana Célia Castro no Curso de Pós-graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED) do Instituto de Economia IE/UFRJ.
- xxii FOSS, Nicolai J. (Ed.). *Resources, firms, and strategies: a reader in the resource-based perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1997. p. 199.
- xxiii Barney (2001): A empresa tem uma *vantagem competitiva* quando implementa uma estratégia de criação de valor que não é simultaneamente implementada pelos concorrentes atuais ou potenciais. A empresa tem uma *vantagem competitiva sustentada* quando implementa uma estratégia de criação de valor que não é simultaneamente implementada pelos concorrentes atuais ou potenciais e quando as outras empresas são incapazes de duplicar os benefícios desta estratégia.
- xxiv BARNEY, J. B. Strategic factor markets: Expectations, luck, and business strategy. *Management Science*, 32:1231-1241, 1986.
- xxv TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. In: FOSS, Nicolai J. (Ed.). *Resources, firm and strategies: a reader in the resources-base perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1997. p. 268-285.
- xxvi Idem a v, p. 235.
- xxvii NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. 6. ed. Harvard: Belknap Press of Harvard University Press, 1996 (1. ed. 1982), p. 99-107.
- xxviii Idem a v, p. 203.
- xxix FREEMAN, R. Edward. *Strategic management: a stakeholder approach*. Marshfield, Massachusetts: Pitman Publishing, 1984.
- xxx INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *World energy outlook 2013*, OECD/IEA, 2013a, p. 433.
- xxxi As informações ligadas estritamente às empresas foram coletadas por meio de entrevistas realizadas com funcionários da Shell e da BP no

Brasil. Além disso, foram usadas informações disponíveis nos *sites* oficiais dessas empresas.

- xxxii RACCICHINI, A.; VINHA, V. Empresas de P&G e a Convenção do Desenvolvimento Sustentável: Inovação, Competitividade e Sustentabilidade. Apresentação de Pôster na 7<sup>a</sup> Edição do Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás – PDPETRO, Aracaju, SE, out. 2013.
- xxxiii ALTVATER, E. *O preço da riqueza*. São Paulo: EdUnesp, 1995.

# 14

## Fontes Renováveis e Alternativas de Energia

*Luiz Augusto Horta Nogueira*  
*Rafael Silva Capaz*

*A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo.*

**(Peter Drucker)**

### 14.1 INTRODUÇÃO

Em uma ampla acepção, **energia** pode ser definida como aquilo que permite mudanças. Assim, o aquecimento de um volume de água, a elevação de um peso ou o resfriamento de um gás são situações em que se observam alterações produzidas por processos energéticos. A energia se apresenta de variadas formas (energia química, mecânica, térmica, elétrica e nuclear), e os fluxos energéticos, caracterizados pela conversão de um tipo de energia em outro, são essenciais em qualquer processo ou transformação, seja natural ou promovido pelo homem.

O domínio das fontes de energia e dos processos de conversão permitiu a evolução das civilizações, visível no transporte de bens e passageiros, na iluminação artificial, no condicionamento ambiental, na comunicação, no entretenimento e na realização de todas as atividades econômicas, desde a mineração, agricultura e na indústria e comércio. Nesse sentido, *fontes de*

*energia* podem ser definidas como recursos disponíveis na natureza ou provenientes de processos de transformação, que possuem potencial energético, isto é, armazenam a energia que será disponibilizada mediante processos energéticos. Assim pode-se citar a água em uma represa, que possui energia potencial e pode ser transformada em energia cinética ao mover uma turbina hidráulica, acionando um gerador; ou a energia solar, que, ao ser captada por células fotovoltaicas, gera eletricidade; ou ainda a gasolina derivada de petróleo, cuja combustão se converte em potência de eixo em motores.

Desta forma, as fontes de energia são usualmente classificadas em recursos *renováveis* e não *renováveis*, em função da escala de disponibilização do recurso: caso se dê em uma escala humana de tempo, eles são renováveis, e se em uma escala geológica de tempo, são considerados não renováveis. Os primeiros baseiam-se geralmente na radiação solar, como a energia solar térmica ou fotovoltaica, bioenergia, energia eólica, hidroenergia, além da energia geotérmica, baseada no fluxo de calor a partir do interior da Terra, e da energia das marés, decorrente do movimento da Lua. Entre os recursos não renováveis, além dos insumos utilizados em usinas nucleares, encontram-se os recursos *fósseis*. Estes últimos respondem por grande parte da demanda energética na maioria dos países, apresentando reservas progressivamente exauridas e custos crescentes, além de estarem associados a graves problemas ambientais, inclusive em escala planetária, como as mudanças climáticas decorrentes do aumento do carbono atmosférico. Estes problemas estão entre as justificativas para a busca de fontes alternativas de energia, tratadas neste capítulo.

## 14.2 PANORAMA ENERGÉTICO MUNDIAL E NO BRASIL

Em 2013, a Terra consumiu aproximadamente 12.730 Mtep, dos quais cerca de 91,1 % foram provenientes de recursos não renováveis (incluindo insumos nucleares), 86,6 % de recursos fósseis (petróleo, gás natural e carvão) e apenas 8,9 % desse total foi obtido de fontes renováveis, entre elas biocombustíveis e hidroeletricidade.<sup>i</sup>

No caso dos países desenvolvidos, a participação das energias renováveis foi ainda menor, da ordem de 5 %, em função da disponibilidade e dos baixos custos de recursos fósseis, que prevaleceram por muitas décadas. Ásia, América do Norte e Europa respondem juntas por mais de 70 % do consumo global, sendo abastecidas majoritariamente por recursos fósseis.

Neste contexto, a promoção do uso de fontes energéticas alternativas e renováveis, como tem sido verificado nas últimas décadas, é justificada pela redução da dependência das fontes fósseis, quer seja por razões ambientais e/ou estratégicas, quer considerando o grande potencial existente.

A Tabela 14.1 apresenta uma estimativa do potencial energético renovável contabilizado em 2010 e seu uso no mesmo ano. Pode-se verificar o considerável potencial *técnico* (cerca de 15 vezes maior que o consumo global de energia nos últimos anos) e *teórico* que ainda não foi explorado, devido a obstáculos técnicos, políticos e econômicos.

**TABELA 14.1**

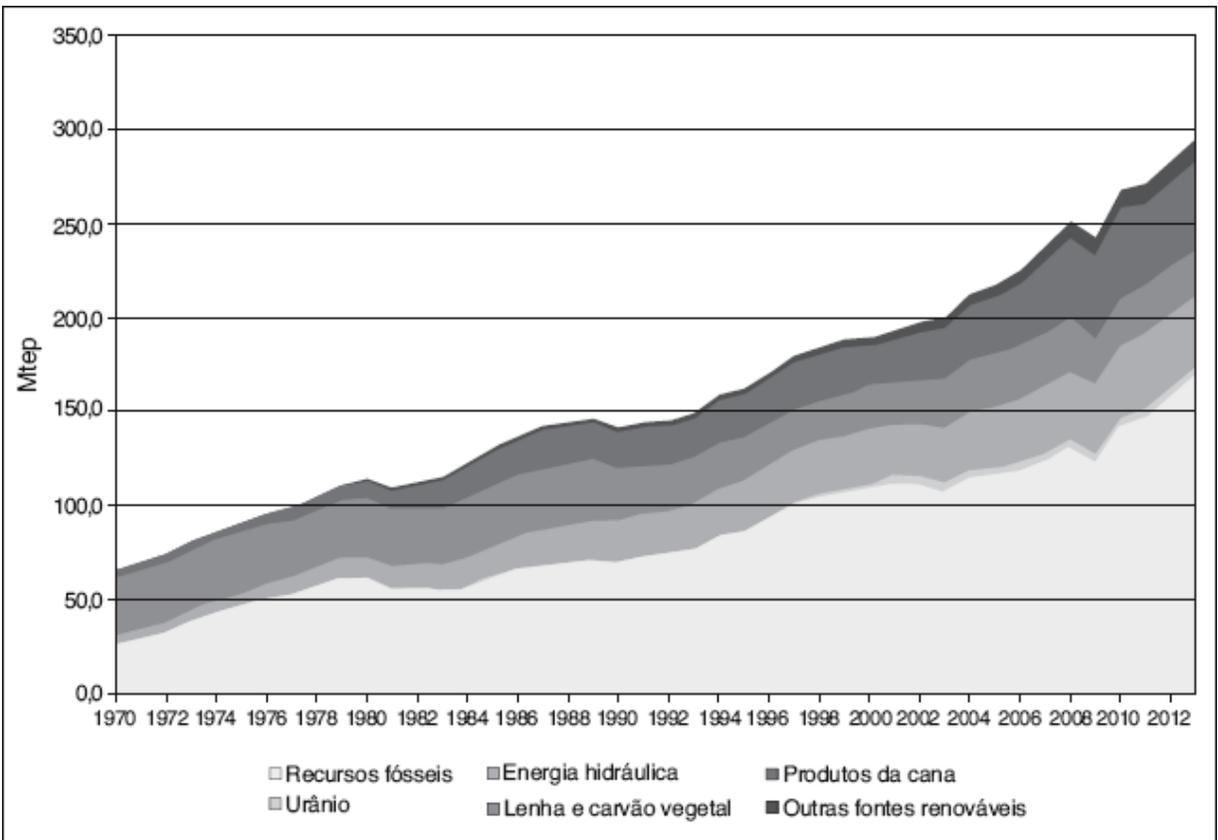
Uso atual, potencial técnico e teórico das fontes energéticas renováveis no mundo

Fonte	Uso (EJ*/ano)	Potencial técnico (EJ/ano)	Potencial teórico (EJ/ano)
Hidroeletricidade	10,0	50	150
Bioenergia	50,0	>250	2.900

Energia solar	0,2	>1.600	3.900.000
Energia eólica	0,2	600	6.000
Energia geotérmica	2,0	5.000	140.000.000
Energia oceânica	—	—	7.400
Total	62,4	>7.500	>143.000.000

\* EJ = exajoule ( $10^{18}$  J).

Fonte: Goldemberg (2010).<sup>ii</sup>



**FIGURA 14.1** Oferta interna de energia no Brasil. Fonte: Adaptada pelo autor com base na EPE (2013).<sup>iii</sup>

O Brasil, responsável por aproximadamente 2 % do que foi consumido de energia no mundo em 2013, apresenta, em termos qualitativos, um quadro energético distoante da realidade mundial (Figura 14.1): a oferta interna de energia e, conseqüentemente, o consumo, é proveniente em grande parte de recursos renováveis, com especial destaque para a hidroeletricidade e os produtos derivados da cana, como etanol. Estes recursos, juntamente com a lenha, chegaram a corresponder a quase 60 % da oferta interna de energia na década de 1970; aproximando-se atualmente de 45 %.

Tendo em vista a importância da busca de fontes alternativas no cenário mundial, a seguir serão apresentados alguns conceitos e informações sobre as principais fontes renováveis de energia.

## 14.3 SOL

De maneira geral, o aproveitamento direto da energia proveniente do Sol possui duas finalidades: obtenção de calor ou geração de eletricidade. Nas últimas décadas, a tecnologia para aproveitamento da energia solar evoluiu bastante e sua contribuição tem sido crescente. Sabe-se que os coletores para aquecimento de água já são bem difundidos; por outro lado, o elevado custo de implantação de painéis fotovoltaicos ainda se configura como um obstáculo para seu uso em larga escala. Mesmo assim, a utilização desta fonte energética ainda associa-se a grandes vantagens.

### 14.3.1 Algumas definições

A radiação solar é gerada a partir de reações nucleares ocorridas no Sol, quando átomos de hidrogênio são fundidos em átomos de hélio. A massa convertida em energia é liberada em um amplo espectro de radiação eletromagnética, gerando a enorme potência de  $3,9 \times 10^{26}$  W. Essa radiação

chega à atmosfera de nosso planeta com uma potência de  $1,37 \text{ kW/m}^2$ , o que se denomina *constante solar*. Devido à atenuação na atmosfera, causada principalmente pelo  $\text{CO}_2$ , água e ozônio, a radiação ao nível do solo alcança  $1,2 \text{ kW/m}^2$  com o Sol “a pino” em um dia claro, mas certamente varia ao longo do dia, em função da latitude, das condições climáticas locais e das estações do ano.

Nesse sentido, os mapas solarimétricos indicam a variação espacial média anual de um total diário de incidência da radiação (irradiação solar). No Brasil, pode-se observar que tais valores são relativamente altos e apresentam boa uniformidade. Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como Alemanha ( $0,9\text{-}1,25 \text{ kWh/m}^2$ ), França ( $0,9\text{-}1,65 \text{ kWh/m}^2$ ) e Espanha ( $1,2\text{-}1,85 \text{ kWh/m}^2$ ), onde projetos para aproveitamento de recursos solares são amplamente disseminados.<sup>iv</sup>

A utilização da energia solar para fins de aquecimento acompanha o homem há muito tempo, na secagem de produtos agrícolas, peças do vestuário etc. No entanto, nos últimos anos, foram desenvolvidas tecnologias mais eficientes para o aquecimento de água em residências. Para aplicações em temperaturas relativamente baixas, inferiores a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , a energia solar pode ser utilizada empregando coletores solares planos com bons resultados, principalmente no setor residencial ou de serviços. Nesses coletores, a água aquecida pelo Sol tem sua densidade diminuída e desloca-se pelas tubulações, sendo armazenada em um reservatório térmico. De um modo geral, o mercado de aquecedores solares pode ser desagregado em três diferentes tecnologias: coletores planos fechados, tubo evacuado e coletores abertos.

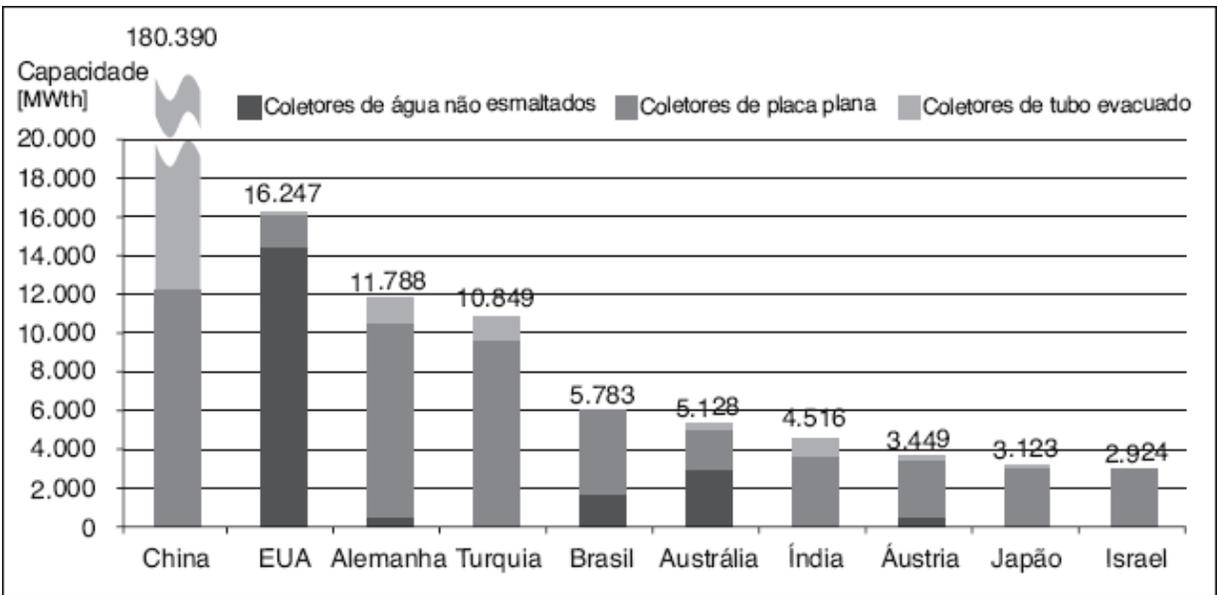
Por sua vez, a geração fotovoltaica de eletricidade consiste no uso alternativo e moderno da radiação solar, e já conta com vários projetos de porte considerável implantados no mundo, mas sempre esbarrando no custo

da tecnologia. Neste caso, a radiação solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica a partir do *efeito fotovoltaico*.

### **14.3.2 Panorama de produção e uso no Brasil e no mundo**

Em 2012, a capacidade instalada de aquecedores solares alcançou 269,3  $\text{GW}_{\text{th}}$ , distribuída em 384,7  $\text{Mm}^2$  de coletores em 58 países, dos quais estimou-se uma economia de 24,5 Mtep (0,19 % do consumo mundial). De acordo com a Figura 14.2, aproximadamente 83 % da capacidade instalada localiza-se na China (180,2  $\text{GW}_{\text{th}}$ ) e na Europa (42,8  $\text{GW}_{\text{th}}$ ). O Brasil ocupou neste mesmo ano a quinta posição, com aproximadamente 5,8  $\text{GW}_{\text{th}}$  instalados em 8,3  $\text{Mm}^2$  de coletores, resultando em uma economia de aproximadamente 0,62 Mtep (0,24 % de toda a energia consumida no Brasil neste ano).<sup>v</sup>

O mercado brasileiro de painéis termosolares está em constante expansão, registrando entre 2001 e 2012 um crescimento acima de 60 % ao ano, com uma produção anual de aproximadamente 700.000  $\text{m}^2$  de coletores. As aplicações residenciais respondem por cerca de 80 % das vendas, sendo a Região Sudeste o principal mercado consumidor dos sistemas de aquecimento solar (cerca de 75 % das vendas).<sup>vii</sup>



**FIGURA 14.2** Capacidade instalada de coletores solares para aquecimento (2012). Fonte: Adaptada pelos autores com base em Weiss e Mauthner (2014).<sup>vi</sup>

Atualmente, diversos municípios brasileiros, como Belo Horizonte, Porto Alegre e São Paulo, possuem leis regulamentando o uso de sistemas de aquecimento solar em residências e edifícios, incluindo até vantagens para seus proprietários. O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de Coletores Solares, implementado em 1997, deixou de ser voluntário e, desde 2012, esta certificação é compulsória pela Portaria Inmetro nº 352/2012,<sup>viii</sup> visando a garantir a conformidade dos coletores e reservatórios térmicos (*boilers*) aos aspectos de segurança, meio ambiente e desempenho térmico.

Por sua vez, embora no Brasil a geração de energia fotovoltaica ainda seja modesta, contando com menos de 0,05 GW instalados,<sup>ix</sup> a capacidade total instalada no mundo em 2012 já superava 100 GW, com expectativas de dobrar até 2020. Registra-se que 13 nações já possuem mais de 1 GW instalado, com destaque para a Alemanha (32,2 GW), Itália (16,2 GW), França (4,2 GW), Espanha (5,1 GW), China (7,0 GW) e Estados Unidos

(7,6 GW), sendo que muitos deles localizam-se em regiões desprivilegiadas em termos de incidência de radiação solar.<sup>x</sup>

O principal obstáculo verificado para a disseminação desta tecnologia consiste no custo do sistema. Contudo, nos últimos anos tem sido observada uma significativa queda nos custos. No cenário internacional, constatou-se uma taxa média anual de redução de 8 % ao ano nos últimos 30 anos.<sup>xi</sup>

Neste contexto, visando a incentivar a competitividade desta alternativa energética, a aprovação da Resolução Normativa Aneel nº 482/2012 é um estímulo relevante. Com esta Resolução, permite-se a operação de unidades de geração distribuída de pequeno porte (até 100 kW) conectadas à rede, no qual a energia gerada é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade, e quando houver excedentes, pode-se acumular créditos em energia por até 36 meses, criando-se, assim, o Sistema de Compensação de Energia.<sup>xii</sup>

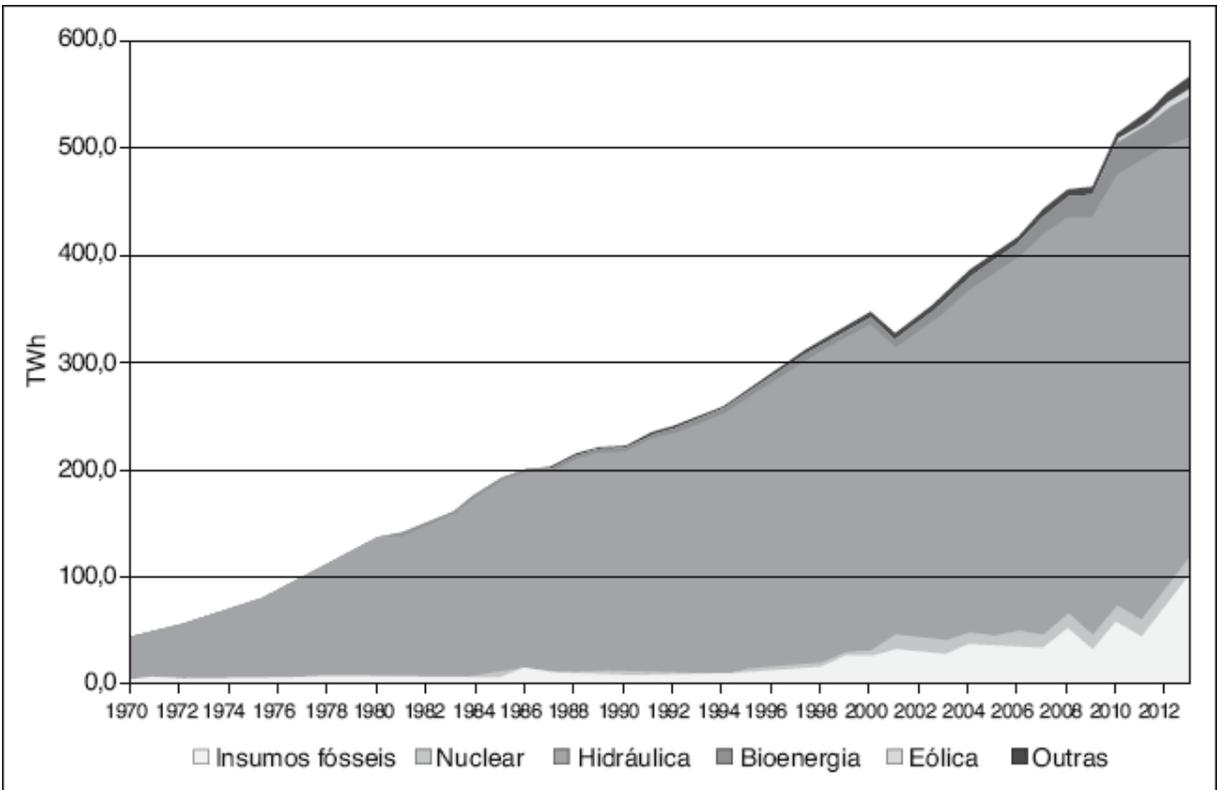
Em termos de viabilidade ambiental, o uso da energia solar praticamente não apresenta impacto ambiental, com uma operação bastante simples e requerimentos reduzidos de manutenção. Entretanto, é preciso observar que especialmente os sistemas fotovoltaicos consomem quantidades expressivas de energia em sua produção, havendo situações em que a energia requerida para a fabricação de um coletor solar pode ser maior do que a energia gerada pelo mesmo. Da mesma forma, os sistemas solares que exigem armazenamento de energia elétrica em baterias impõem cuidados especiais para a utilização e disposição final desse equipamentos, ambientalmente agressivos.

## 14.4 ÁGUA

Os recursos hídricos são considerados uma fonte renovável de energia, sendo disponibilizados continuamente, de maneira geral, pelo ciclo

hidrológico. Conforme apresentado na Figura 14.3, a utilização dos recursos hídricos para a geração de energia no Brasil possui um papel relevante, sendo responsável por 13,0 % (33,6 Mtep) da eletricidade ofertada no País em 2013, enquanto que no mundo esses valores são próximos a 2 %.<sup>xiii</sup> Mesmo assim, a geração brasileira corresponde a pouco mais que 10 % da hidroeletricidade gerada no mundo, onde a China é o maior gerador, respondendo por aproximadamente 20 %.<sup>xiv</sup>

Considerando apenas a geração de eletricidade no Brasil, na Figura 14.3 observa-se a predominância da energia hidráulica, chegando a 68,6 % da geração em 2013 ao se considerar apenas a geração interna das centrais públicas e autoprodutores (no mundo este percentual é de aproximadamente 16 %). Da eletricidade consumida no Brasil naquele ano, 7,8 % foi proveniente de países vizinhos (ver Capítulo 9). O destino da eletricidade tem se mantido aparentemente proporcional nas últimas décadas, dividindo-se especialmente entre o setor industrial, que consumiu 40,7 % em 2013, residencial (24,2 %) e comercial (16,3 %).



**FIGURA 14.3** Oferta interna de eletricidade sem considerar importação no Brasil por tipo de insumo utilizado. Fonte: Adaptada pelos autores com base na EPE (2013).<sup>xv</sup>

### 14.4.1 Algumas definições

Esta importante posição do aproveitamento hidroenergético no Brasil se deve às dimensões e características dos seus recursos hídricos. De uma forma geral, tal aproveitamento baseia-se em dois conceitos fundamentais: a **potência hidráulica** e a **potência elétrica**.

A potência hidráulica é resultante de movimento natural da massa de água em determinado desnível (H), podendo ser calculada pela Equação 14.1.

$$P_H = \rho_{\text{água}} \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (14.1)$$

em que:

$P_H$  = potência hidráulica;

$\rho_{\text{água}}$  = massa específica da água;

$g$  = aceleração da gravidade;

$Q$  = vazão de água; e

$H$  = desnível entre a tomada d'água na barragem e o eixo da turbina.

Por sua vez, a potência elétrica é função direta da potência hidráulica, levando em consideração as perdas no escoamento da água até a turbina (em função do atrito viscoso), na turbina hidráulica (atrito e perdas mecânicas), no gerador (perdas mecânicas e calor) e no transformador (calor em função da elevação de tensão).

Assim, na configuração geral de uma usina, a água, armazenada ou não, no caso de centrais a fio d'água que não dispõem de reservatórios, é conduzida por um canal, conduto ou túnel, aos grupos geradores, formados pela turbina hidráulica e pelo gerador elétrico. A energia elétrica gerada é transportada até a subestação, que eleva a tensão e permite sua distribuição por meio das linhas de transmissão até o consumidor final.

Uma sugestão de classificação das usinas hidrelétricas refere-se a sua capacidade instalada, conforme apresenta a Tabela 14.2.

**TABELA 14.2**

**Enquadramento de usinas hidrelétricas**

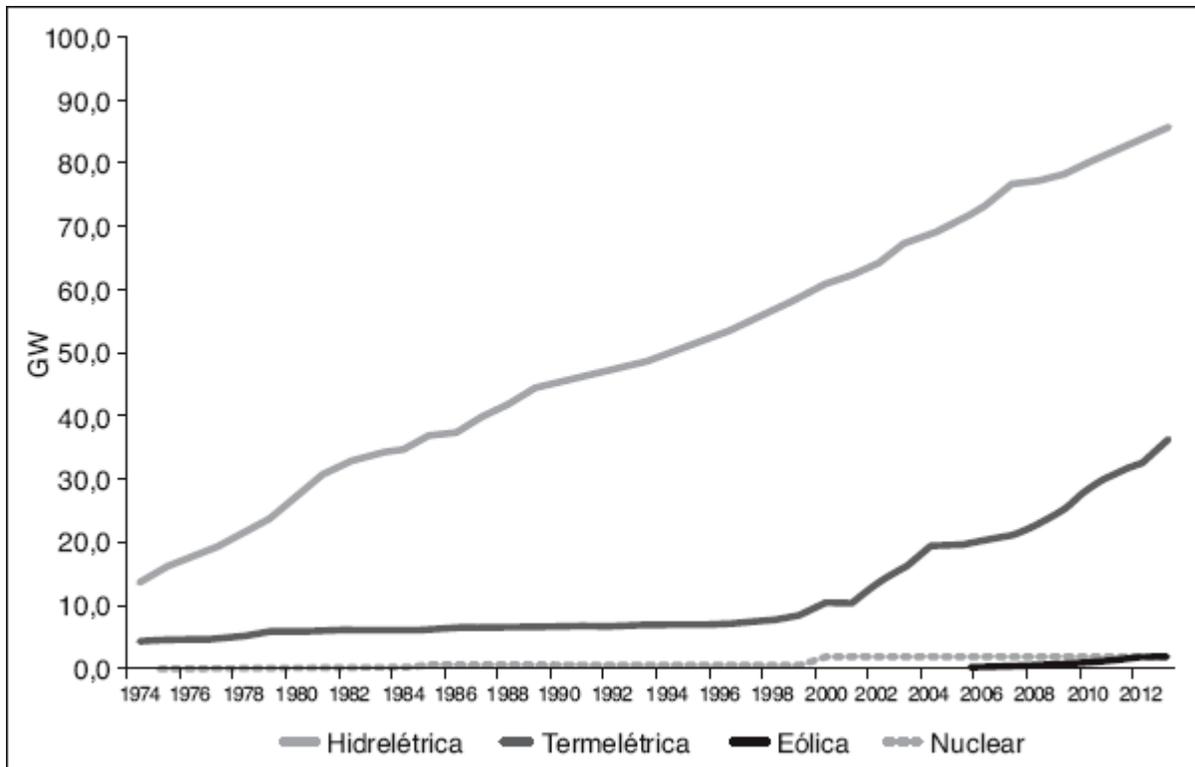
<b>Usinas hidrelétricas</b>	<b>Potência</b>
Grandes centrais (GCH)	Acima de 50 MW
Médias centrais (UHE)	30–50 MW
Pequenas centrais (PCH)	1–30 MW

Mini central (mCH)	100–1000 kW
Micro central ( $\mu$ CH)	20–100 kW
Pico central (pCH)	Até 20 kW

Fonte: Adaptada com base em CERPCH (2014).<sup>xvi</sup>

#### **14.4.2 Parque elétrico brasileiro e hidroeletricidade**

O parque elétrico brasileiro é tipicamente hidrotérmico, ou seja, formado por hidrelétricas e termelétricas. De acordo com a Figura 14.4, observa-se o crescimento nas últimas décadas da capacidade instalada, ou seja, o crescimento da potência elétrica instalada nas usinas. Em 2013, esses valores alcançaram cerca de 126 GW, dos quais 67,9 % corresponderam a hidrelétricas, especialmente as de grande porte (acima de 30 MW). No entanto, tem sido verificado nos últimos anos o crescimento considerável da instalação de usinas menores. Ressalta-se também o considerável crescimento da instalação de usinas eólicas, tema que será tratado na próxima seção.



**FIGURA 14.4** Capacidade instalada no Brasil no período de 1970-2013. Fonte: Adaptada com base na EPE (2013).<sup>xvii</sup>

**TABELA 14.3**

Parque elétrico brasileiro (abril de 2014)

Usinas		Em operação			Em implantação		
		Número	Potência <sup>1</sup> (GW)	Potência (%)	Número	Potência <sup>3</sup> (GW)	Potência (%)
Hidrelétricas	UHE	196	81,8	64,0	21	16,9	48,6
	GCH	446	0,3	0,2	45	0,03	0,1
	PCH	463	4,6	3,6	172	2,3	6,6
Termelétricas		1.800	36,7	28,7	145	7,1	20,3
Nucleares		2	2,0	1,6	1	1,4	0,0
Eólica		117	2,4	1,9	329	8,5	24,5
Solar		87	0,0	0,01	—	—	—
<b>TOTAL</b>		<b>3.111</b>	<b>127,8</b>	<b>—</b>	<b>714<sup>2</sup></b>	<b>36,2</b>	<b>—</b>

Notas:  
<sup>1</sup> Potência fiscalizada.  
<sup>2</sup> Considerou-se uma  $\mu$ CH de 50 kW não contabilizada acima.  
<sup>3</sup> Potência outorgada.

Fonte: BIG-ANEEL (2014).<sup>xx</sup>

Na tentativa de verificar o *status* do parque elétrico brasileiro em tempo real, o Banco de Dados de Geração da Aneel<sup>xviii</sup> apresenta os valores dispostos na Tabela 14.3. Consultado em abril de 2014, o Brasil possuía 3.111 empreendimentos em operação, totalizando 127,8 GW de potência instalada, dos quais 67,8 % correspondem a empreendimentos hidrelétricos. Previa-se a implantação de 714 empreendimentos, considerando usinas em fase de construção e outorgadas, o que garantiria uma adição de 36,2 GW ao sistema elétrico, dos quais 55,3 % seriam provenientes de empreendimentos hidrelétricos.

Considerando todos os empreendimentos hidrelétricos em operação, espalhados nas bacias hidrográficas brasileiras, eles representavam, na época da consulta a estes dados, aproximadamente 37 % do potencial hidrelétrico do Brasil.<sup>xx</sup> O valor deste potencial é composto pela soma da parcela *estimada* com a *inventariada*. Esta última considera, além das usinas em operação e construção, os potenciais inventariados, com estudo de viabilidade e projeto básico. A Tabela 14.4 apresenta o aproveitamento nas bacias hidrográficas brasileiras. Dela, pode-se observar que a bacia do

Rio Amazonas correspondia a 38 % do potencial brasileiro e apenas 23,4 % de seu potencial está efetivamente aproveitado. Por outro lado, ressaltase a bacia do Rio Paraná, abrangendo parcialmente as Regiões Sudeste e Sul, que possuía cerca de 68,9 % de seu potencial já explorado.

Embora a capacidade instalada hidrelétrica seja preponderante, esta fonte está intimamente ligada a fatores climáticos, configurando riscos; tais riscos tentam ser previstos e/ou minimizados por meio de um complexo planejamento baseado em extensas séries hidrológicas e cenários variados.

**TABELA 14.4**

Percentual de aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro

Bacia	Estimado (%)	Inventário Viabilidade Projeto Básico (%)	Operação/ Construção (%)	TOTAL	
				GW	%
Atlântico Leste	10,2	51,3	38,5	14,0	5,7
Atlântico N/NE	25,2	53,9	20,9	2,8	1,1
Atlântico Sudeste	20,5	42,6	36,9	10,1	4,1
Rio Amazonas	35,6	41,1	23,4	95,4	38,8
Rio Paraná	9,9	21,2	68,9	62,9	25,6
Rio São Francisco	6,9	45,6	47,5	22,6	9,2
Rio Tocantins	7,2	42,9	49,9	26,4	10,8
Rio Uruguai	3,6	41,7	54,7	11,5	4,7
<b>TOTAL</b>	19,6	37,4	43,0	245,8	100

Fonte: BIG-ANEEL (2014).<sup>xxi</sup>

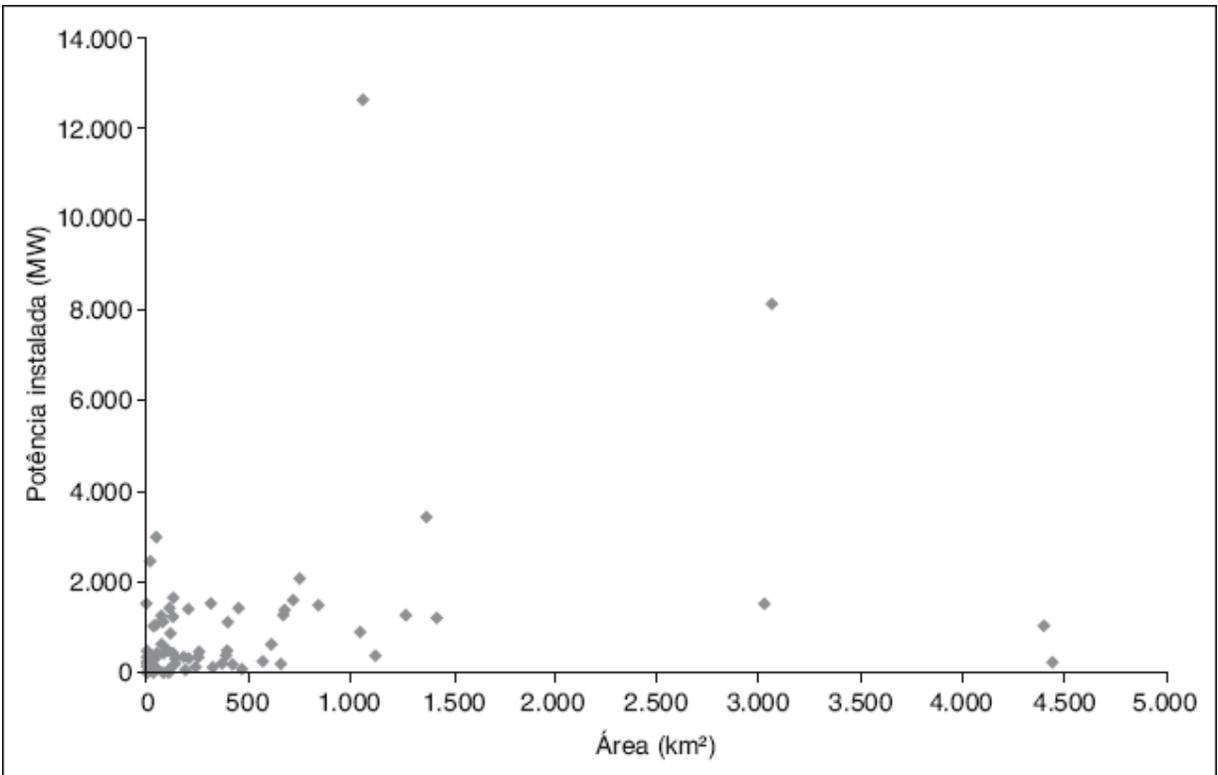
Neste sentido, tem-se observado nos últimos anos que a modesta pluviosidades, juntamente com incrementos na demanda, tem justificado a constante complementação da oferta de eletricidade com o uso do termelétrico. Isto é possível, pois todas as usinas elétricas brasileiras, excetuando os sistemas isolados na Região Amazônica, que correspondem a

menos de 2 % da demanda nacional,<sup>xxii</sup> estão interligadas em um grande sistema de abastecimento denominado Sistema Interligado Nacional (SIN), cujas dimensões continentais são confirmadas pela área interconectada por aproximadamente 90.000 km de linhas de transmissão de alta tensão (Rede Básica), sendo subdividido em quatro subsistemas: Sul, Sudeste (englobando as Regiões Sudeste e Centro-Oeste do país), Nordeste e Norte (que inclui o Maranhão, Tocantins e parte do Pará).

### **14.4.3 Aspectos ambientais e hidroeletricidade**

A hidroeletricidade, sendo uma fonte energética definitivamente renovável, nem sempre pode ser considerada sustentável, ou seja, associada a inegáveis benefícios socioambientais. Um dos aspectos constantemente discutidos na implantação de usinas hidrelétricas consiste no enchimento do reservatório e, conseqüentemente, o alagamento da flora, destruição do *habitat* natural da fauna, redistribuição da população ribeirinha, entre outros aspectos. Por este motivo, conforme mencionado antes, tem-se verificado desde a década passada o grande interesse em empreendimentos de menor porte e a fio d'água.

A Figura 14.5 apresenta uma relação entre potência e área do reservatório das usinas hidrelétricas que, no ano de 2003, deveriam pagar compensações financeiras e *royalties* para os municípios em função do alagamento de área. Sob uma ótica ambiental, a geração de energia em função de uma menor área alagada seria o ótimo de um projeto. Nesta perspectiva, chama a atenção a discrepância entre o desempenho de Itaipu, com um coeficiente de 12,6 MW/km<sup>2</sup>, e o de Balbina e Sobradinho, com 0,06 MW/km<sup>2</sup> e 0,24 MW/km<sup>2</sup>, respectivamente. Alguns estudos sinalizam, inclusive, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em grandes reservatórios, em função da degradação anaeróbica da biomassa que foi alagada.



**FIGURA 14.5** Área alagada e potência de usinas com incidência de royalties. Fonte: ANEEL (2005).<sup>xxiii</sup>

## 14.5 VENTOS

Semelhantemente à geração de eletricidade pelo escoamento de água entre níveis diferentes, a energia cinética característica da movimentação do ar (ventos) pode se transformar em eletricidade mediante o movimento de uma turbina eólica acoplada a um gerador. A energia eólica já é competitiva e possui cadeia produtiva amadurecida em muitos países, inclusive no Brasil, mas ainda respondia por apenas 1,2 % (6,58 GWh) da eletricidade gerada em 2013 no País, com um parque de 2,2 GW instalados (Figura 14.6), configurando o maior mercado da América Latina.

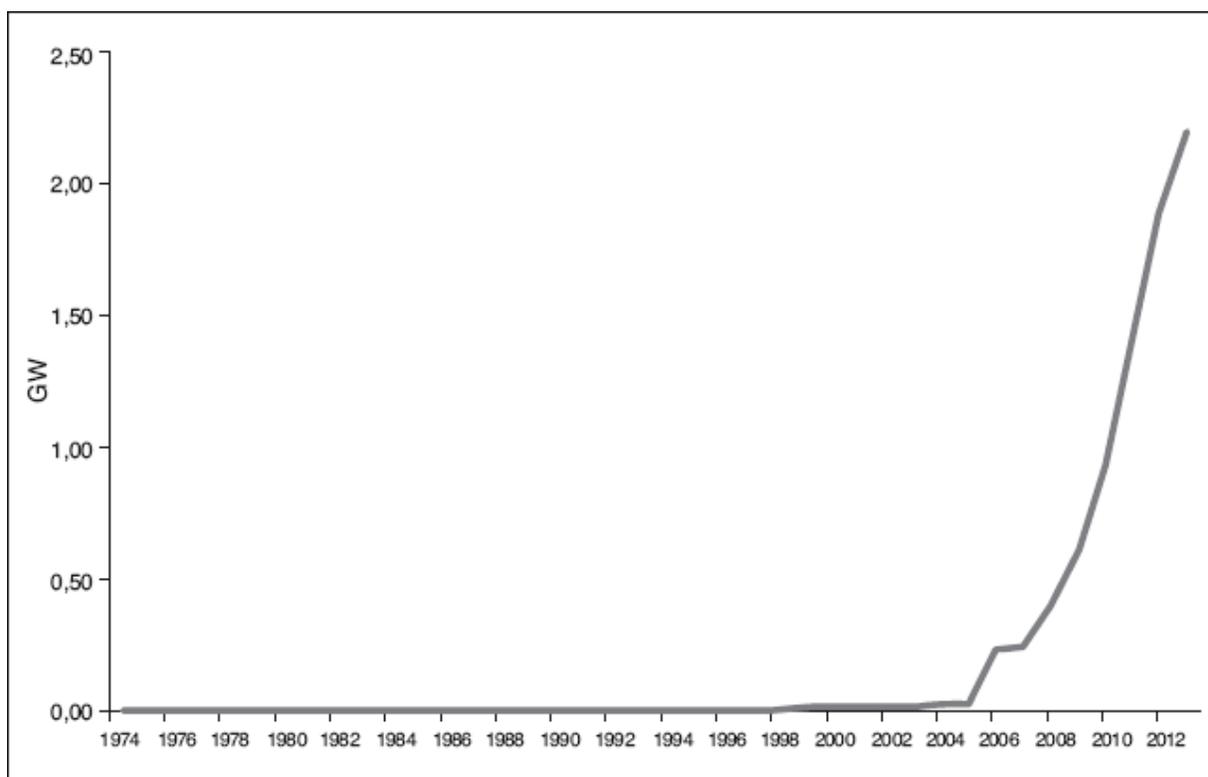
A capacidade instalada no mundo alcançou 296,2 GW em meados de 2013, dos quais o Brasil é responsável por menos de 1 %. Nesta mesma

época, a Europa era o continente com maior parque eólico instalado, sendo liderada pela Alemanha (32,4 GW); muito embora a China ocupe a primeira posição (80,8 GW) e os EUA a segunda (60,0 GW).<sup>xxv</sup>

### 14.5.1 Algumas definições

A potência eólica gerada por uma turbina pode ser expressa pela Equação 14.2. Nela, observa-se que a potência obtida é diretamente afetada pela velocidade do vento e o diâmetro da turbina.

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_c \cdot V^3 \cdot C_p \cdot \eta \quad (14.2)$$



**FIGURA 14.6** Capacidade instalada para geração eólica no Brasil. Fonte: Adaptada pelo autor com base na EPE (2013).<sup>xxiv</sup>

em que:

$\rho$  = densidade do ar ( $\text{kg/m}^3$ );

$A_c$  = área transversal formada pelas pás da turbina ( $\text{m}^2$ );

$V$  = velocidade do vento;

$C_p$  = coeficiente aerodinâmico oferecido pelo fabricante da turbina; e

$\eta$  = rendimento da turbina e do gerador.

Aceita-se que a viabilidade de geração eólica se inicia com velocidade acima de 2,5-3,0 m/s, limitando-se a 12-150 m/s.<sup>xxvi</sup> Quanto às turbinas, estas podem ser de eixo horizontal e eixo vertical. As turbinas mais utilizadas são as de eixo horizontal, ou seja, paralelas ao solo. As principais razões para esta escolha são que a massa total das pás em relação à área varrida é menor para os rotores de eixo horizontal e que a altura média da área varrida pelo rotor pode ser mais alta. Como o vento em alturas maiores é mais intenso, isto resulta em maior eficiência do sistema. No entanto, como vantagens das de eixo vertical, pode-se citar que não necessitam de um sistema de direcionamento em relação à direção incidente do vento e que o sistema de gerenciamento (caixa de transmissão, gerador, freio) pode ser colocado relativamente próximo ao solo.<sup>xxvii</sup>

### 14.5.2 Geração eólica no Brasil

Conforme mencionado, a geração eólica no Brasil tem crescido. De acordo com a Tabela 14.5 a seguir, as 117 usinas eólicas existentes em abril de 2014 respondiam por 1,9 % da capacidade instalada para geração de eletricidade e por 24,5 % da potência a ser instalada nos 329 empreendimentos, em fase de construção ou já outorgados, nos próximos anos. Do total em operação, 62,9 % localizavam-se na Região Nordeste, especialmente no litoral, com destaque para o Ceará, que comportava 29,5 % da capacidade brasileira (0,72 GW), com a usina de Praia Formosa como maior potencial em operação no Brasil (105 MW).<sup>xxviii</sup> Ainda assim,

contabilizava-se, na época da consulta a estes dados, a expansão em 8,52 GW do parque eólico brasileiro, especialmente nos estados do Rio Grande do Norte e Bahia, onde as obras estavam em fase de construção ou já outorgadas.

**TABELA 14.5**

Potencial eólico brasileiro para ventos acima de 7 m/s

Regiões	Potência instalável (GW)	Potência instalada (GW)*
Norte	12,84	0
Nordeste	75,05	1,57
Centro-Oeste	3,08	0
Sudeste	29,74	0,03
Sul	22,76	0,84
<b>Brasil</b>	<b>143,47</b>	<b>2,44</b>

\* Em abril de 2014.

Fonte: CRESESB (2014)<sup>xxx</sup> e BIG-ANEEL (2014).<sup>xxxi</sup>

O potencial eólico brasileiro foi estimado considerando-se as curvas médias de desempenho de turbinas eólicas instaladas em torres de 50 m de altura.<sup>xxix</sup> De acordo com a Tabela 14.5, observa-se o grande potencial ainda a ser explorado no País, visto que, segundo as estimativas, atualmente usa-se apenas 1,7 % deste. Regiões como Norte e Centro-Oeste não possuem usinas instaladas.

A instalação de parques eólicos no oceano, os chamados parques *offshore*, embora já sejam realidade principalmente nos países nórdicos, estão distantes de serem considerados atrativos no Brasil, devido ao elevado custo de instalação e operação e, ainda, ao grande potencial *onshore*. Estudos em andamento apontam para a possibilidade de instalação de parques eólicos também nos reservatórios hidrelétricos, devido à mudança do regime de ventos em função da área alagada.<sup>xxxii</sup>

### 14.5.3 Aspectos ambientais

Apesar de considerada uma energia limpa, a energia eólica, como qualquer forma de ação humana sobre o ambiente, não é totalmente isenta de impactos.

Os impactos sonoros ou ruídos, gerados pelas partes móveis da turbina ou pela incidência do vento sobre a turbina, são considerados muito pequenos. Como os parques eólicos são instalados em locais onde naturalmente já existe um ruído de fundo relacionado ao deslocamento do vento, esse ruído ambiente já é, em geral, normalmente suficiente para encobrir a percepção dos ruídos dos motores.<sup>xxxiii</sup>

Em relação a eventuais impactos sobre a avifauna, quando estes parques se encontram em rotas de migração, a chance de mortes e ferimentos devido a choques com a turbina são maiores. No entanto, estudos indicam que os níveis de mortalidade relacionados aos parques são pequenos, mas que populações específicas, como a de morcegos, tenderiam a ser mais afetadas. Por fim, as interferências eletromagnéticas relacionadas a parques eólicos devem-se à possibilidade de as turbinas representarem obstáculos a ondas eletromagnéticas, as quais podem ser refletidas, espalhadas ou difratadas pelas turbinas.<sup>xxxiv</sup> Vale salientar que os impactos aqui listados não consideram os possíveis impactos na etapa de instalação, que, dependendo do local, solicitará desmatamento, deslocamento

populacional e destruição de *habitats*. Mesmo assim, claramente observa-se que os mesmos são geralmente menores que os verificados na instalação e operação de fontes convencionais de energia, ou até na construção de empreendimentos hidrelétricos e cultivo de culturas bioenergéticas.<sup>xxxv</sup>

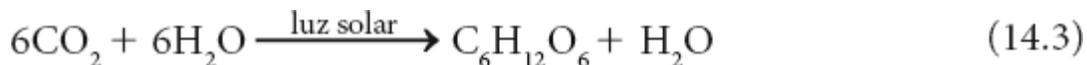
## 14.6 BIOMASSA

Desde os primórdios da civilização humana até o século XVIII, a lenha foi a única fonte de combustível para o ser humano. A sua posterior substituição pelo carvão mineral, petróleo e gás natural nas sociedades industriais dos países desenvolvidos justifica a comum associação do uso de vegetais a práticas energéticas tradicionais, comumente verificadas em países em desenvolvimento. No entanto, na busca de alternativas energéticas, especialmente no setor de transportes — responsável por aproximadamente um terço do consumo global e abastecido em mais de 95 % por insumos fósseis nos últimos anos<sup>xxxvi</sup> — o uso dos vegetais surge como importante fonte energética renovável com aparentes indícios de sustentabilidade. Neste contexto, os biocombustíveis líquidos exemplificam bem tal uso, dos quais o etanol e o biodiesel já são produzidos e usados em larga escala.

### 14.6.1 Algumas definições

A energia embutida nas ligações moleculares que compõem os vegetais é denominada *bioenergia*, que, por sua vez, pode ser definida como a energia química acumulada mediante processos fotossintéticos recentes. Na fotossíntese, a partir do fornecimento de energia externa proveniente do Sol e de moléculas de água e dióxido de carbono, os organismos vivos primários produzem compostos simples de glicose, que posteriormente são

agrupados e ordenados em complexas moléculas que formam as células dos vegetais, conforme apresenta a Equação 14.3.



Dela, facilmente pode-se observar que este processo é influenciado pela disponibilidade de radiação solar, de água e dióxido de carbono, somando-se a disponibilidade de nutrientes e a rota fotossintética usada pelo vegetal. De maneira geral, em função dos índices de radiação solar e precipitação pluviométrica, a produtividade bruta de *biomassa*, isto é, a massa vegetal, é maior nas regiões intertropicais, embora a disponibilidade de água em termos quanti-qualitativos, a qualidade do solo e a disposição de nutrientes sejam fatores que possam distorcer esta afirmação, além da rota fotossintética utilizada.

As moléculas de glicose sintetizadas na fotossíntese são distribuídas para as diferentes partes da planta, onde servirão para cobrir as necessidades energéticas de crescimento vegetal. O excedente, já na forma de estruturas moleculares mais complexas como glicerídeos e carboidratos, é acumulado em órgãos vegetais de armazenamento, como os caules das árvores, os colmos da cana-de-açúcar, as raízes dos tubérculos no caso da mandioca e beterraba, e os grãos e frutos de soja, milho e dendê. O local de armazenamento desta bioenergia interfere diretamente na viabilidade de disponibilizá-la para outros fins.

Assim, os recursos bioenergéticos, ou *biomassa* para fins energéticos, ou *biocombustíveis*, englobam a matéria vegetal gerada a partir da fotossíntese e seus derivados, tais como: resíduos florestais e agrícolas, resíduos animais e a matéria orgânica contida nos resíduos industriais, domésticos e municipais. Tais recursos podem ser enquadrados em três grupos, de acordo com a origem da matéria que os constitui.<sup>xxxvii</sup> os biocombustíveis da madeira (dendrocombustíveis), os combustíveis de

cultivos agrícolas (agrocombustíveis) e a parcela orgânica dos resíduos sólidos urbanos (Tabela 14.6).

**TABELA 14.6**

**Classificação dos biocombustíveis**

<b>1º Nível</b>	<b>2º Nível</b>	<b>Definição</b>
<b>Biocombustíveis da madeira (Dendrocombustíveis)</b>	Combustíveis diretos da madeira	Madeira produzida para fins energéticos, usada direta ou indiretamente como combustível
	Combustíveis indiretos da madeira	Inclui biocombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, subprodutos da exploração florestal e resultantes do processamento industrial da madeira para fins não energéticos
	Combustíveis de madeira recuperada	Madeira usada direta ou indiretamente como combustível, derivada de atividades socioeconômicas que empregam produtos de origem florestal
<b>Biocombustíveis não</b>	Combustíveis de plantações	Tipicamente combustíveis

<b>florestais</b> <b>(Agrocombustíveis)</b>	energéticas	sólidos e líquidos produzidos a partir de plantações anuais, como é o caso do álcool da cana-de-açúcar.
	Subprodutos agrícolas	Principalmente resíduos de colheitas e outros tipos de subprodutos de culturas, como palhas e folhas.
	Subprodutos animais	Basicamente esterco de aves, bovinos e suínos.
	Subprodutos agroindustriais	Basicamente subprodutos de agroindústrias, como o bagaço de cana e a casca de arroz.
Resíduos urbanos	—	Resíduos sólidos e líquidos gerados em cidades.

Fonte: Adaptada com base em FAO e Wett (1996).<sup>xxxviii</sup>

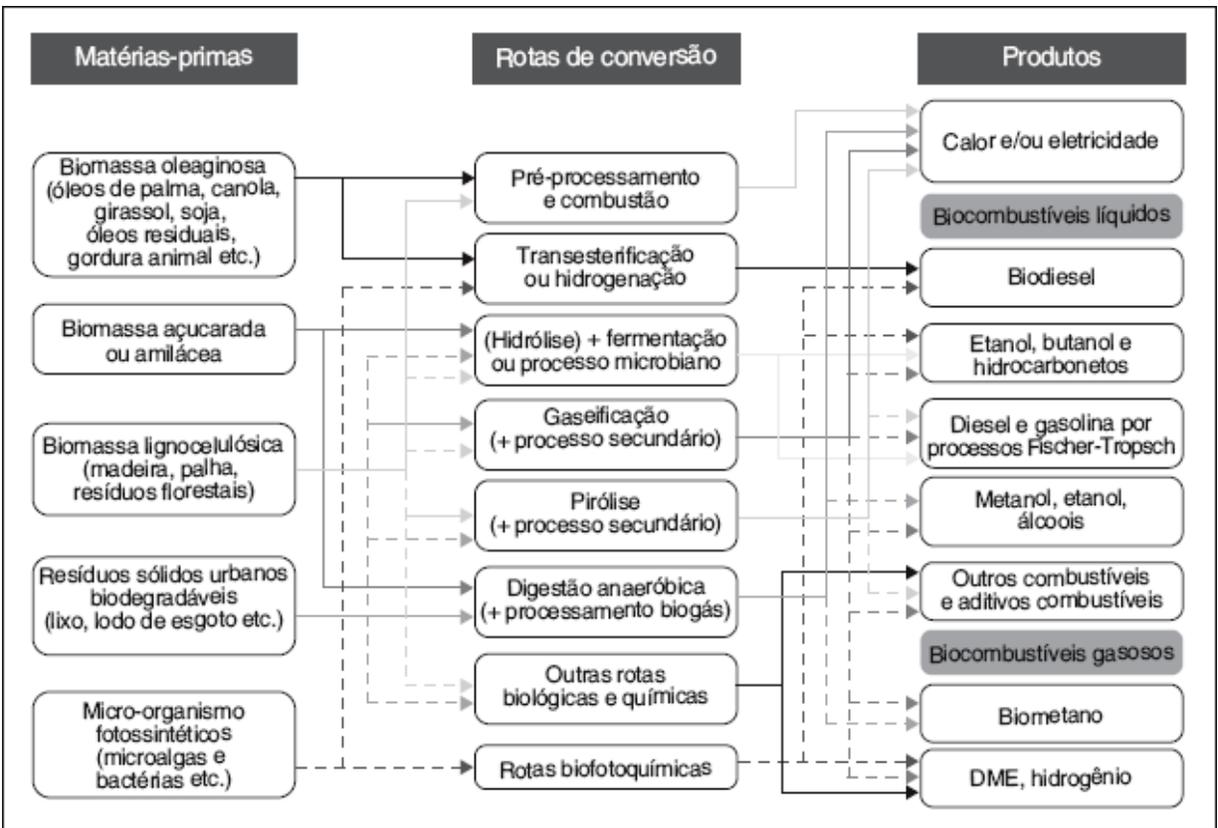
A Figura 14.7 procura sistematizar as rotas tecnológicas comerciais ou em estudo que disponibilizam a energia embutida na biomassa visando a outras finalidades, como a geração de calor e eletricidade, ou a produção de combustíveis intermediários.

## 14.6.2 Bioenergia no Brasil

Quando o carvão mineral e o petróleo já se configuravam como a base energética dos países desenvolvidos, o interesse pela bioenergia, juntamente com as demais fontes alternativas, ressurgiu nos anos 1970, devido à elevação dos preços do petróleo.

Com este ressurgimento, o desenvolvimento de tecnologias avançadas e a incorporação definitiva da temática ambiental nas discussões conferiram ao uso da biomassa energética uma roupagem moderna, cuja contribuição ainda é menor em relação ao uso convencional.

Na Tabela 14.7, vê-se a estimativa do montante global de energia primária proveniente do uso da biomassa. Ressalta-se a baixa eficiência de processos convencionais de aproveitamento da bioenergia, consistindo geralmente na transformação da bioenergia em calor, em países tipicamente em desenvolvimento (*biomassa tradicional*). Já os processos modernos (*biomassa moderna*) aproveitam melhor os recursos bioenergéticos primários, como lenha, ou secundários, como biocombustíveis, para a geração de calor e eletricidade, resultando em melhor rendimento.



**FIGURA 14.7** Rotas comerciais (linhas sólidas) e em desenvolvimento (linhas pontilhadas) do aproveitamento da bioenergia. Fonte: Adaptada pelos autores com base no IPCC (2011).<sup>xxxix</sup>

**TABELA 14.7** Uso da biomassa no mundo (2008)

Tipo de biomassa	Energia primária (EJ/ano)	Eficiência de conversão	Energia secundária (EJ/ano)
<b>Biomassa tradicional</b>			
Estimativa IEA	30,7	10–20	3,0–6,0
Estimativa complementar por especialistas	6,0–12,0		0,6–2,4

Total	37,0–43,0		3,6–8,4
<b>Biomassa moderna</b>			
Resíduos sólidos urbanos e biogás utilizados para a geração de eletricidade	4,0	32	1,3
Biomassa sólida utilizada para produção de calor e biogás	4,2	80	3,4
Biomassa utilizada para a produção de biocombustíveis veiculares (etanol e biodiesel)	3,1	60	1,9
Total	11,3	58	6,6

Fonte: Adaptada pelo autor com base no IPCC (2011).<sup>xI</sup>

As estatísticas complementam as informações da Tabela 14.7 ao sinalizar como se deu o uso da biomassa nos últimos anos. Em 2011, enquanto aproximadamente 10,8 % (54,9 EJ) da oferta mundial de energia primária foram provenientes de recursos bioenergéticos, nos países desenvolvidos, este montante foi de apenas 5 % (11,1 EJ), em geral, por meio de tecnologias modernas. Já nos países em desenvolvimento, foi de 14 % (43,8 EJ), e no continente africano, de 48 % (14,1 EJ), majoritariamente por meio de tecnologias tradicionais, que ainda são as mais utilizadas.<sup>xli</sup>

Embora seja observado o uso preferencial de rotas tradicionais, e sabendo que tais usos são comuns em países em desenvolvimento, vale salientar a importância crescente deste recurso energético, nos moldes modernos, em países desenvolvidos. A Suécia e a Finlândia são notáveis exemplos de países de elevado consumo energético e situados em regiões frias, de baixa insolação e, portanto, de baixa produtividade fotossintética,

que obtêm da fotossíntese, respectivamente, 19 % e 20 % de sua demanda energética total.<sup>xlii</sup>

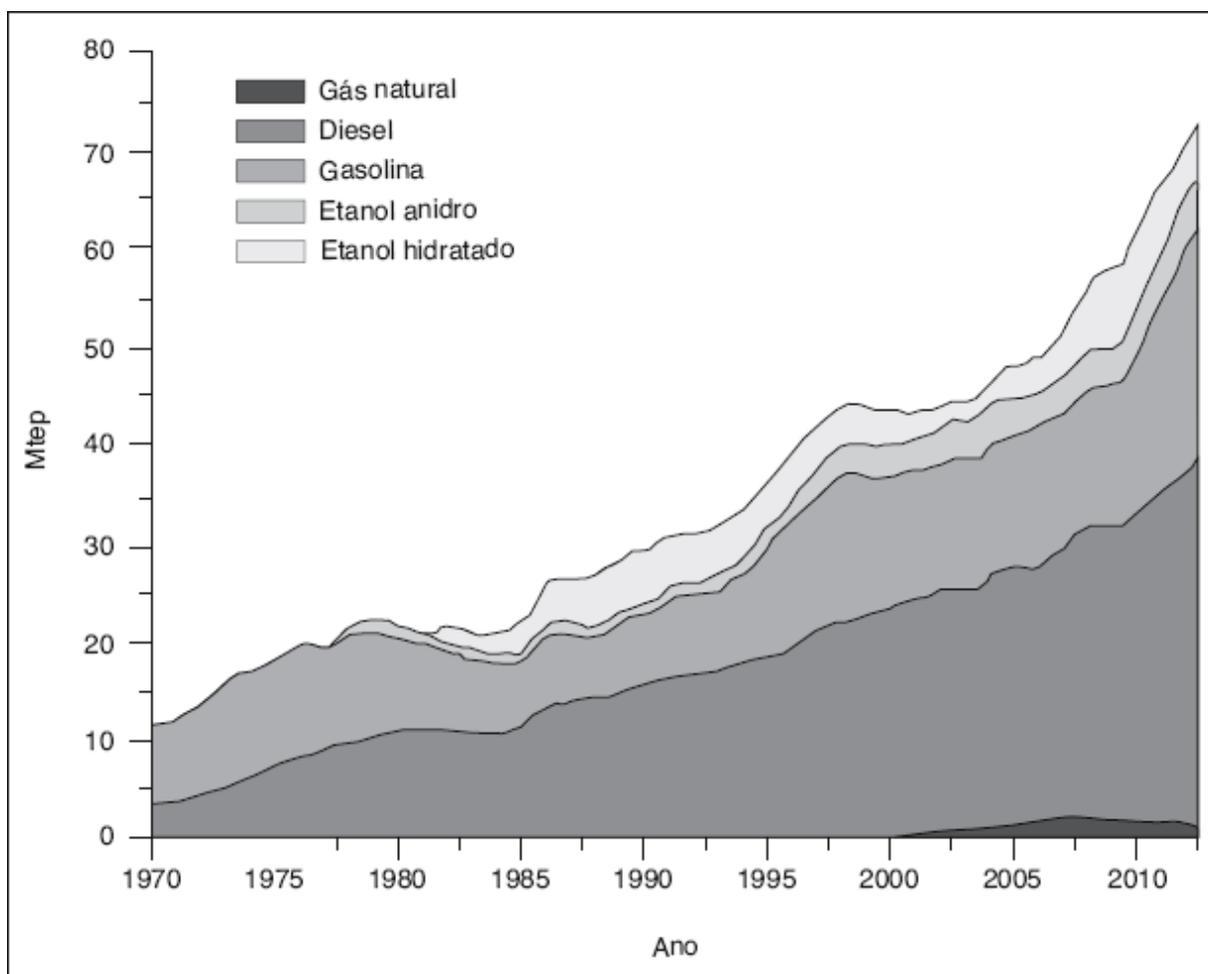
A participação da bioenergia no Brasil tem recuado ao longo dos anos, observando-se uma redução no consumo de lenha e uma expansão no uso dos derivados da cana-de-açúcar. Se, no início da década de 1970, 52,9 % da energia primária ofertada no País eram provenientes de recursos bioenergéticos, especialmente da lenha e carvão vegetal (47,6 % ou 1,33 EJ), em 2013 este percentual caiu para 24,4 %, com destaque para os derivados da cana-de-açúcar (caldo, melaço e bagaço), responsáveis pela oferta de 16,1 % (1,99 EJ) de energia a serem transformados em etanol veicular e eletricidade obtida de sistemas de cogeração que usam bagaço, ou também conhecida como bioeletricidade.<sup>xliii</sup>

Para o setor de transporte rodoviário, o Brasil conta com dois programas de produção e uso de biocombustíveis em larga escala — o Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), na década de 1970, e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), desde 2005. Os biocombustíveis contribuíram com 18 % da energia consumida no setor em 2013 (Figura 14.8), enquanto o consumo de biodiesel chegou a 2,9 Mm<sup>3</sup>, garantindo uma mistura de 5 % (B5). No mesmo ano, o consumo de etanol chegou a 9,7 Mm<sup>3</sup> e 13,2 Mm<sup>3</sup>, como etanol anidro e hidratado, respectivamente.

No Brasil, o etanol veicular proveniente da cana-de-açúcar tem sido misturado compulsoriamente à gasolina desde 1931. Porém, apenas em 1975 os efeitos da primeira crise do petróleo incentivaram a expansão do uso do etanol na frota brasileira, a partir do Pró-Álcool, que estabeleceu níveis maiores de mistura alcançando 25 % e incentivou o uso de etanol hidratado puro como combustível em motores adaptados ou especialmente feitos para isso. Durante a década de 1990, ocorreram importantes mudanças administrativas no setor sucroalcooleiro, como a progressiva retirada de subsídios e a reestruturação da indústria do etanol. Juntamente

com o lançamento de carros *flex* em 2003, o setor ganhou nova força para expandir, com o aumento do consumo do combustível.

No entanto, desde 2008, tal processo de expansão foi novamente interrompido,<sup>xliv</sup> devido às intempéries climáticas, ao aumento dos custos com a adoção da colheita mecanizada, e principalmente, à redução da competitividade em função da intervenção do governo nos preços da gasolina. A produção de etanol tem oscilado nas últimas safras, e em 2013/2014, chegou a 27,5 Mm<sup>3</sup>, com muitas usinas paradas.

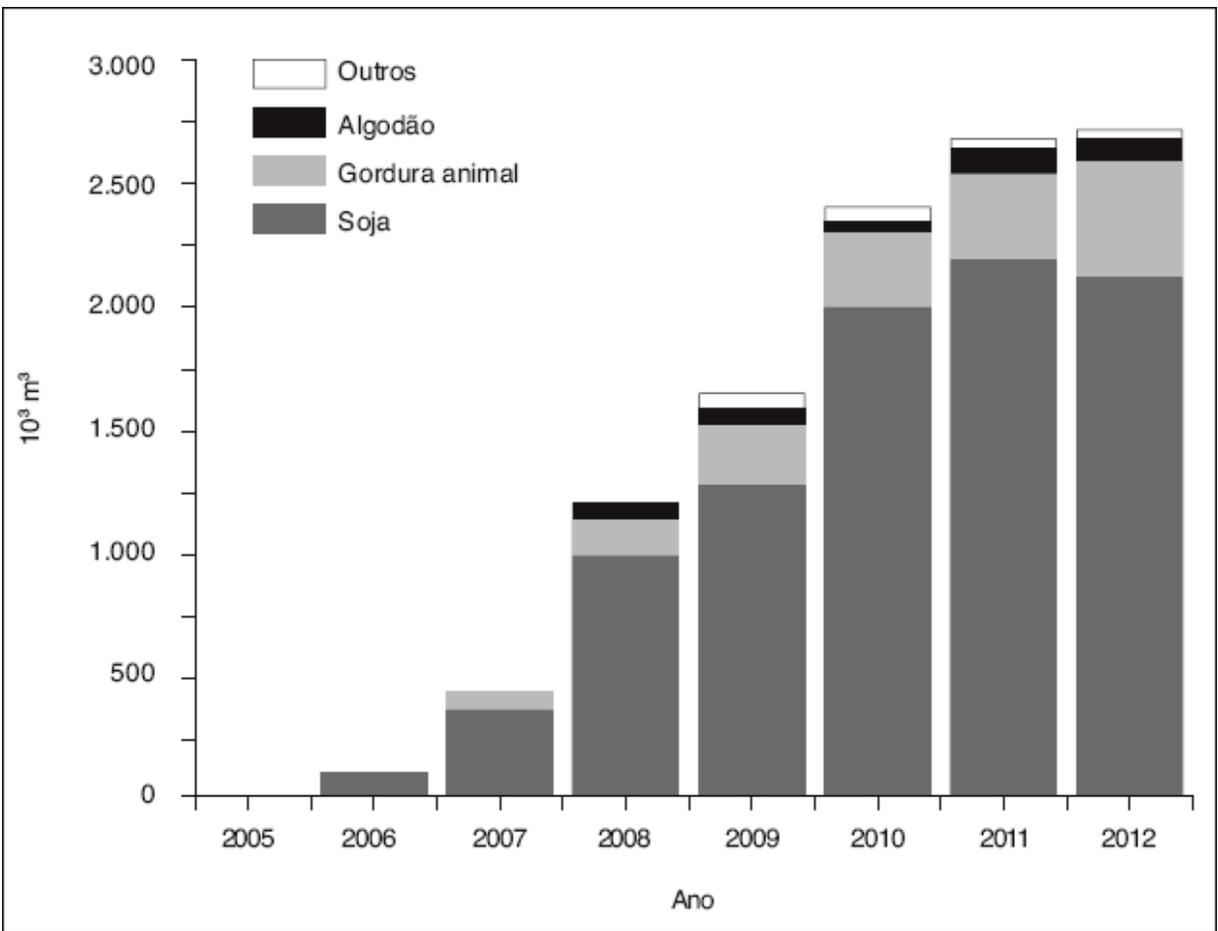


**FIGURA 14.8** Consumo energético no setor de transporte rodoviário no Brasil. Fonte: EPE (2014).<sup>xlv</sup>

O Brasil, responsável pela produção de aproximadamente 34,8 % da cana-de-açúcar no mundo em 2012,<sup>xlvi</sup> possui duas regiões produtoras: a região Centro-Sul, responsável pela produção de 90 %, onde o estado de São Paulo é o principal produtor nacional, e a região litorânea do Nordeste, com menor expressão. Em 2012, a área cultivada de cana no Brasil foi de 9,7 Mha, estando atrás apenas do cultivo do milho e da soja, resultando na produção de 588,5 Mt, sendo 40 a 50 % destinados à produção de etanol.<sup>xlvii</sup>

Para garantir este nível de produção, a expansão dos canaviais nos últimos anos tem gerado preocupações quanto ao desmatamento de florestas e à possível competição com alimentos. Neste sentido, vale salientar que os planos de expansão da cultura da cana não consideram a Floresta Amazônica, nem a Mata Atlântica ou o Pantanal.<sup>xlviii</sup> No entanto, vê-se, sobretudo em São Paulo, a ocupação de áreas antes destinadas à pecuária extensiva,<sup>xliv</sup> e no Centro-Oeste, áreas antes destinadas a cultivos anuais como a soja.

Por sua vez, o setor rodoviário de veículos pesados também se movimentou nos últimos anos na busca de alternativas ao elevado consumo de diesel no setor rodoviário, responsável por mais de 50 % da energia demandada no setor durante a última década. O governo brasileiro lançou em 2005 o PNPB por meio da Lei n.º 11.097/2005. No entanto, as iniciativas em se usar óleos vegetais para substituir o óleo diesel datam de 1920, sendo que no Brasil, entre as décadas de 1970 e 1980, sabe-se da existência do Programa de Óleos Vegetais quando foram feitos testes com ésteres de óleo de soja em misturas de até 30 % em motores a diesel.<sup>li</sup> Vale destacar que a primeira patente sobre biodiesel foi obtida em 1983 por um cientista brasileiro.<sup>lii</sup>



**FIGURA 14.9** Evolução da produção de biodiesel no Brasil e as matérias-primas utilizadas. Fonte: ANP (2013).<sup>1</sup>

O PNPB foi desenvolvido a fim de encorajar produtores de oleaginosas, com ênfase na agricultura familiar, a se envolverem na produção de biodiesel, colocando metas progressivas de mistura ao diesel. A mistura obrigatória de 2 % em volume de biodiesel ao diesel (B2) iniciou-se em 2008, aumentando para B3 no mesmo ano e B4 em 2009. Antecipando as metas, em 2010 a mistura B5 começou a ser obrigatória. Por conta disso, a produção de biodiesel aumentou exponencialmente desde 2005 e alcançou 2,9 Mm<sup>3</sup> em 2013 (Figura 14.9). O consumo total de biodiesel no mesmo ano se deu especialmente no setor rodoviário (82,5 %) e em atividades agrícolas (12,5 %).<sup>liii</sup>

A matéria-prima largamente utilizada para a produção de biodiesel no Brasil é a soja, devido à elevada disponibilidade e ao nível de desenvolvimento desta agroindústria. Em 2013, 2,23 Mm<sup>3</sup> de biodiesel de óleo de soja foram produzidos, representando 76,4 % da matéria-prima utilizada. Gordura animal, especialmente sebo bovino e óleo de algodão, contribuíram com 19,8 % e 2,2 %, respectivamente no mesmo ano (Figura 14.9). A categoria “Outros” inclui óleo de palma, óleo de amendoim e óleo de fritura usado.<sup>liv</sup>

Neste mesmo ano, a capacidade nominal de produção de biodiesel no Brasil foi de 8,0 Mm<sup>3</sup> por ano, ou seja, cerca de 2,5 vezes maior do que a produção anual.<sup>lv</sup> Esta sobrecapacidade provavelmente resulta dos estímulos adotados para fomentar a produção. Cabe destacar que existem usinas de biodiesel operando em 15 estados no Brasil, mas nos estados produtores de soja, especialmente na região Centro-Oeste, tem-se instalada mais de 70 % da capacidade de produção.<sup>lvi</sup>

### **14.6.3 Biocombustíveis e sustentabilidade**

A renovabilidade dos recursos bioenergéticos não garante sua sustentabilidade: desmatar florestas nativas para alocar culturas produtoras de biomassa energética, ou obter biocombustíveis em processos que consomem grande quantidade de energia fóssil, possivelmente não seriam as melhores alternativas para estimular o uso de fontes renováveis, sob uma ótica sustentável.

Nesse sentido, as intensas discussões acerca da efetiva sustentabilidade geralmente são auxiliadas pela utilização de indicadores e metodologias que buscam avaliar aspectos diversos do processo produtivo e de seu uso. As Análises do Ciclo de Vida (ACV) têm sido frequentemente citadas nesses debates, ao proporem a contabilização de aspectos ambientais ao longo do ciclo de vida do biocombustível como: a qualidade do ar local e as emissões

de gases de efeito estufa; o uso de recursos hídricos e a disposição de efluentes líquidos; o uso de agroquímicos (fertilizantes, defensivos e herbicidas) e a biodiversidade, bem como aspectos sociais como a geração de empregos de qualidade, competição com alimentos e finalmente os aspectos econômicos.

Dentre os indicadores comumente usados para a análise de sistemas bioenergéticos, encontra-se o Balanço de Energia e o Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). No primeiro caso, contabiliza-se toda a energia produzida pelo sistema (*output*) e toda a energia consumida (*input*) na forma direta (eletricidade e vapor) ou embutida nos insumos usados no processo. No segundo caso, contabilizam-se todas as emissões de GEE no processo produtivo: as emissões geradas e as emissões absorvidas/evitadas, isto é, o montante de CO<sub>2</sub> absorvido pelo vegetal durante a fotossíntese ou o montante evitado quando um coproduto do sistema substitui outro insumo para uma mesma finalidade, como o bagaço usado para gerar eletricidade no lugar do óleo combustível.

Na Tabela 14.8, apresentam-se os resultados de algumas destas análises. Embora a comparação direta deles possa sugerir equívocos, observa-se tendencialmente que sistemas bioenergéticos com elevada produtividade agrícola, ou seja, maior eficiência fotossintética, e que aproveitam eficazmente seus resíduos, como bagaço de cana na geração de eletricidade, associam-se a maiores valores, o que ressalta os elevados indicadores da cana-de-açúcar na obtenção do etanol e das palmáceas na obtenção do biodiesel.

Por outro lado, a competição com os alimentos tem sido um aspecto intensamente discutido nos últimos anos, uma vez que a produção de biocombustíveis se apresenta como outro destino para matérias-primas antes utilizadas apenas para a produção de alimentos. Análises das áreas ocupadas por culturas destinadas à produção de etanol ou biodiesel (*biofuel crops*) têm sido uma ferramenta importante para o esclarecimento desses

debates. No caso brasileiro, estimou-se que 11,8 % (8,82 Mha) das áreas cultivadas no Brasil foram ocupadas em 2011 por culturas destinadas à produção de biocombustíveis líquidos, isto é, cana-de-açúcar — que garantiram misturas acima de 20 % de etanol na gasolina, sendo vendido também separadamente — e oleaginosas — que garantiram misturas B5 em veículos a diesel — representando apenas 1 % da área total do País.<sup>lviii</sup>

**TABELA 14.8**

**Balanco energético do ciclo de vida de vários biocombustíveis**

	<b>Matéria-prima</b>	<b>Balanco energético (output/input)</b>	<b>Redução de GEE em relação à gasolina/ diesel (%)</b>	<b>Fonte</b>
<b>Etanol</b>	Trigo	1,11	29	Levington (2000)
	Milho	1,49	38	Levelton (2000a)
	Milho	0,61	-30	Pimentel (1991/2001)
	Cana-de-açúcar	8,3-10,2	92	Macedo <i>et al.</i> (2003)
	Beterraba	1,54	41	GM <i>et al.</i> (2002)
	Madeira	0,83	51	GM <i>et al.</i> (2002)
	Gramma	0,73	73	Wang (2001a)
	Palha de milho	—	82	Levelton (2000b)
	Palha de trigo	0,89	57	Levelton (2000b)
	Soja	1,42	—	Embrapa (2005)
<b>Biodiesel</b>	Soja	—	63	Levelton (1999)
	Colza	2,50	58	Levington (2000)
	Palmáceas (Macaúba)	4,2	—	Embrapa (2005)
	Palmáceas (Dendê)	5,6	—	Embrapa (2005)

Fonte: Adaptada pelo autor com base no IEA (2004).<sup>lvii</sup>

Estimativas como estas foram feitas por outro estudo, a partir do percentual das terras plantadas com cereais, oleaginosas e cana-de-açúcar requerido para proporcionar o fornecimento de 10 % de biocombustíveis no

consumo do setor de transportes em 2004.<sup>lix</sup> Os resultados mostraram que, na maioria dos países, a produção de etanol e biodiesel correspondia a menos de 2 % do que consumiu o setor de transporte na época. Para alcançar a meta, as áreas estimadas foram de grandes dimensões: os Estados Unidos, o Canadá e a União Europeia (UE-15) exigiriam entre 30 % e 70 % de sua área de *biofuels crops*. No caso do Brasil, seriam necessários apenas 3 %, devido à grande extensão de sua área e à elevada produtividade das culturas usadas para produzir biocombustíveis. Isso sinalizaria a existência de regiões no globo nas quais a produção de biocombustíveis em larga escala poderia associar-se a grandes impactos, diferentemente do que aconteceria em outros locais.

Do que foi e tem sido discutido sobre estes fatores e muitos outros, como a crescente preocupação com os aspectos sociais,<sup>lx</sup> é pertinente afirmar que nem todos os países têm condições de desenvolver extensos programas de produção de etanol e biodiesel sem causar grandes impactos em nível local e global. Por outro lado, a expansão almejada do setor de biocombustíveis poderia se dar em regiões “vocacionadas” para tal, quer seja pela estrutura física (clima, pedologia etc.), ou pelo tamanho das áreas disponíveis.

## 14.7 CONCLUSÕES

A busca por fontes alternativas de energia tem sido incentivada como forma de se alcançar segurança energética e também minimizar os impactos ambientais associados às fontes convencionais. De maneira geral, as fontes renováveis de energia são direta ou indiretamente provenientes do Sol, como: o uso direto da energia solar para aquecimento e geração de eletricidade; o uso dos recursos hídricos; o uso dos ventos; e a energia acumulada na biomassa mediante processos fotossintéticos.

A introdução dessas fontes na matriz energética mundial, baseada historicamente em recursos fósseis, está intimamente ligada a sua competitividade, à disponibilidade regional de recursos e aos impactos ambientais, que, por vezes, podem ser maiores que os das fontes convencionais.

O Brasil, apesar da preponderância de energias renováveis em sua matriz energética, apresenta condições particularmente oportunas não só para desenvolver sistemas energéticos sustentáveis — notadamente a energia solar, seja em suas formas diretas ou indiretas, a bioenergia (como biocombustíveis e bioeletricidade) e a energia eólica — bem como para expandir o uso de tecnologias de modo a melhor aproveitá-las, embora cada caso deva ser analisado individualmente sob a ótica econômica e ambiental.

Por outro lado, a geração fotovoltaica no Brasil ainda é incipiente, e apesar de o País ser um grande produtor de quartzo, matéria-prima para grande parte dos painéis, a produção e uso desta tecnologia necessita de incentivos. Por sua vez, o potencial hidrelétrico em operação corresponde a pouco menos que 40 % do potencial inventariado e estimado, verificando-se a preferência por empreendimentos de menor porte, com pequena ou nenhuma área alagada. A geração eólica registra um crescimento considerável nos últimos anos, mas ainda corresponde a pequenas contribuições na geração nacional. Por fim, o uso de biocombustíveis, com destaque para o etanol de cana-de-açúcar, possui vasto histórico de produção e uso, confirmando o Brasil como um país vocacionado para a bioenergia.

Claramente, observa-se a importância e as oportunidades que tais fontes representam para o Brasil. Assim, um planejamento holístico e integrado poderia colocar o País em posição privilegiada, em uma realidade em que a garantia de um desenvolvimento sustentável está intimamente ligada ao gerenciamento das fontes energéticas.

## PRINCIPAIS CONCEITOS DISCUTIDOS

---

- **Bioenergia:** energia acumulada na biomassa vegetal mediante processos fotossintéticos recentes.
- **Energia:** é um insumo essencial para a sociedade moderna, constituindo a base de diversos processos produtivos, movendo pessoas e bens e assegurando um elevado padrão de conforto. A energia utilizada para esses fins provém sempre de recursos naturais e alcança os usuários por meio de complexas redes de transporte, armazenamento e sistemas de conversão, com elevadas implicações econômicas e ambientais.
- **Potência elétrica:** potência hidráulica considerando os rendimentos específicos dos elementos constituintes da usina hidrelétrica.
- **Potência eólica:** taxa de energia (energia/tempo) estimada pela velocidade do vento e área de aproveitamento, dada pela área da turbina.
- **Potência hidráulica:** taxa de energia (energia/tempo) estimada pela energia potencial característica do recurso hídrico, dada pelo desnível do mesmo em relação ao aproveitamento, e a vazão do recurso hídrico, dada por sua taxa de escoamento (volume por tempo).
- **Recursos não renováveis:** recursos que, após consumidos, são disponibilizados em uma escala *geológica* de tempo. Exemplos: recursos fósseis (petróleo e gás natural) e recursos nucleares.
- **Recursos renováveis:** recursos que, após consumidos, são disponibilizados a uma escala *humana* de tempo. Exemplos: energia solar, energia eólica e recursos bioenergéticos.

## QUESTÕES

- 14.1 Compare o panorama de produção e uso da energia no mundo e no Brasil nos últimos anos.

- 14.2 Quais as modalidades do uso direto de energia solar como fonte alternativa de energia? Descreva resumidamente o status do uso destas modalidades no Brasil.
- 14.3 Quais os parâmetros principais que influenciam a geração de energia pela água?
- 14.4 Descreva o status da geração eólica no Brasil.
- 14.5 Defina bioenergia. Como os biocombustíveis poderiam ser classificados?

## LEITURA COMPLEMENTAR

Sugere-se ao leitor a consulta às referências indicadas em notas ao longo do capítulo.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- i BRITISH PETROLEUM (BP). *BP statistical review of world energy*. 2014. Disponível em: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf>. Acesso em: jul. 2014.
- ii GOLDEMBERG, J. (Ed.). *World energy assessment: energy and the challenge of sustainability*. New York: United Nations Development Program, 2000.
- iii EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balanço energético nacional*. 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em: ago. 2014.
- iv OpenEI. *Atlas Brasileiro de Energia Solar*, 2007. Disponível em: <http://en.openei.org/datasets/node/705/.pdf>. Acesso em: mar. 2014.
- v WEISS, W.; MAUTHNER, F. Solar heat worldwide: markets and contribution to the energy supply 2012. *IEA Solar Heating and Cooling Programme*. 2014. Disponível em: <http://www.iea->

shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2014.pdf.  
Acesso em: ago. 2014.

vi Idem a v.

vii DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR (DASOL). *Dados de mercado*, Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Refrigeração. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/>. Acesso em: 2014.

viii INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Portaria nº 352*. 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac001864.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

ix Idem a iii.

x MONTGOMERY, J. 100 GW of Solar PV Now Installed in the World Today. *Renewable energy world.com*, 2013. Disponível em: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/02/100-gw-of-solar-pv-now-installed-in-the-world-today>. Acesso em: fev. 2014.

xi ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINNE). *Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira*. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em 03/04/2014. Acesso em: abr. 2014.

xii AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Perguntas e Respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012*. Brasília: ANEEL, 2013.

xiii INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Key World Energy Statistics*. 2013. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>. Acesso em: jan. 2014.

xiv Idem a iii.

xv Idem a iii.

- xvi CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM ENERGIA ELÉTRICA (CERPCH). *O que é?* Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/o-que-e.html>>. Acesso em: abr. 2014.
- xvii Idem a iii.
- xviii BANCO DE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO DA ANEEL (BIG-ANEEL). 2014. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em: abr. 2014.
- xix SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO (SIPOT). *Potencial Hidrelétrico Brasileiro em Dezembro de 2013*. Disponível em: <http://www.eletrabras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>. Acesso em: abr. 2014.
- xx Idem a xix.
- xxi Idem a xix.
- xxii OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS). *Home*. Disponível em: <http://www.ons.org.br/home/>. Acesso em: abr. 2014.
- xxiii AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Capítulo 4. Energia hidráulica. In: *Atlas nacional de energia elétrica*. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/download.htm>. Acesso em: abr. 2014.
- xxiv Idem a xix.
- xxv WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION (WWEA). *Half-year Report*. 2013. Disponível em: [http://www.wwindea.org/webimages/Half-year\\_report\\_2013.pdf](http://www.wwindea.org/webimages/Half-year_report_2013.pdf). Acesso em: abr. 2014.
- xxvi CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). *Atlas do potencial eólico brasileiro*. 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>. Acesso em: abr. 2014.

- xxvii ASSIREU, A. T.; PIMENTA, F. Fontes alternativas de energia. In: CAPAZ, R. S.; HORTA NOGUEIRA, L. A. *Ciências do ambiente para engenharia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- xxviii Idem a xix.
- xxix Idem a xxvi.
- xxx Idem a xxvi.
- xxxi Idem a xix.
- xxxii ASSIREU, A. T.; PIMENTA, F. M.; SOUZA, V. Assessment of the wind power potential of hydroelectric reservoirs (p. 1-28). In: DE ALCANTARA, E. H. (Ed.). *Energy resources: development, distribution, and exploitation*. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2011.
- xxxiii GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). *Global wind 2009 Report*. GWEC, 2009.
- xxxiv DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H.W. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148, 2006. p. 29-42.
- xxxv Idem a xxvii.
- xxxvi Idem a xiii.
- xxxvii FAO; WOOD ENERGY TODAY FOR TOMORROW (WETT). *Regional study for OECD and eastern europe*. Food and Agriculture Organization, Forestry Department, Rome, 1996.
- xxxviii Idem a xxxvii.
- xxxix CHUM, H.; FAAIJ, A.; MOREIRA, J.; BERNDDES, G.; DHAMIJA, P.; DONG, H.; GABRIELLE, B.; GOSS ENG, A.; LUCHT, W.; MAPAKO, M.; MASERA, CERUTTI, O.; MCINTYRE, T.; MINOWA, T.; PINGOUD, K. Bioenergy. 2011. In: EDENHOFER, O.; PICHS-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; SEYBOTH, K.; MATSCHOSS, P.; KADNER, S.; ZWICKEL, T.; EICKEMEIER, P.; HANSEN, G.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C. (Ed.). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, 2011.

- xl Idem a xxxix.
- xli Idem a xiii.
- xlII HALL, D. O. *et al.* Visão geral de energia e biomassa. In: ROSILLO-CALLE, F. *et al.* (Org.). *Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira*. Campinas: Unicamp, 2005.
- xlIII Idem a iii.
- xlIV ANGELO, C. Growth of ethanol fuel stalls in Brazil. *Nature News*, 491, 2012, p. 646-647.
- xlV Idem a iii.
- xlVI FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION FAO (FAO). *STAT – Agriculture*. 2013. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- xlVII Idem a xlvii.
- xlVIII CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). *Estudo prospectivo de solo, clima e impacto ambiental para o cultivo da cana-de-açúcar e análise técnica/econômica para o uso do etanol como combustível – Etanol Fase 3*. Campinas: Nipe/Unicamp and Management and Strategic Studies Center, 2007.
- xlIX BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). *Bioetanol de cana-de-açúcar – Energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.
- I CARIOCA, J. O. B.; ARORA, H. L. *Biomassa: fundamentos e aplicações tecnológicas*. Fortaleza: UFC, 1985.
- II PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado*. Unigráfica. Fortaleza, 2003.
- III Idem a iii.
- IIII Idem a iii.
- IIV ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Anuário Estatístico Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: ANP, 2013a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>.
- Idem a liv.

- lvi Idem a liv.
- lvii INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Biofuels for Transporte: An International Perspective*. Paris: IEA, 2004.
- lviii NOGUEIRA, L. A. H; CAPAZ, R. S. 2013. Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. *Global Food Security*, v. 2, p. 117-125.
- lix Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels*. 2007. Disponível em: <http://www.oecd.org/trade/agricultural-trade/36074135.pdf>. Acesso em: jun. 2008.
- lx MORAES, M. A. F. D.; COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; SOUZA, L. G. A.; OLIVEIRA, F. C. R. 2010. Externalidades sociais dos combustíveis. In: SOUSA, E. L. L.; MACEDO, I. C. (Ed.). *Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. São Paulo: UNICA, 2010, p. 48-75.

# RESPOSTAS DAS QUESTÕES

## CAPÍTULO 1

**1.1** Formação de capital é o aumento no *estoque de capital produtivo* de uma economia, constituído por tudo aquilo que não é diretamente trabalho humano aplicado à produção (máquinas, equipamentos, instalações etc.). Os economistas desenvolvimentistas identificavam como o principal obstáculo para o desenvolvimento a reduzida formação de capital nos países pobres, porque o uso intensivo de capital tem como efeito elevar a produtividade da economia ao embutir tecnologias modernas e eficientes.

**1.2** O meio ambiente era encarado apenas como uma fonte de recursos naturais a ser utilizado para o processo de desenvolvimento.

**1.3** A abordagem do decrescimento propõe uma radical mudança na civilização ocidental, com o abandono da produção industrial em larga escala e do consumismo, valorizando-se mais o convívio social e práticas tradicionais e integradas com a natureza. O desenvolvimentismo levaria ao esgotamento de recursos naturais, devastação de ecossistemas, agravamento da pobreza e de condições de vida degradantes, vulnerabilidade social, perda de referências sociais e de identidade. As tentativas de integrar desenvolvimento e preservação ambiental nas diferentes fórmulas de desenvolvimento sustentável apenas agravam os problemas.

**1.4** Benefício líquido é a *diferença* entre o preço que os consumidores estão dispostos a pagar pela oferta de mais uma unidade do bem ou serviço que resulta de uma obra com impacto ambiental, e o custo de oferecer esta unidade. Para uma obra com impacto ambiental, supondo que ela tenha uma vida útil de  $n$  anos, se chamarmos o benefício líquido em um dado ano  $t$  de  $BL_t$ , a soma do valor presente dos benefícios líquidos de  $VPBL_t$  e a taxa de desconto de  $r$ , teremos que o valor a ser calculado para a obra será definido pela Equação (1.1):

$$VPBL_t = \sum_{t=1}^n \frac{BL_t}{(1+r)^t} \quad (1.1)$$

**1.5** *Sustentabilidade fraca* é a hipótese de que seria possível substituir recursos naturais não renováveis por capital fabricado. *Sustentabilidade forte* é a hipótese de que os recursos naturais não renováveis são complementares com o capital fabricado, e não substitutos.

## CAPÍTULO 2

**2.1** Queda da qualidade de vida nos países industrializados — em 1962, uma sequência de desastres ambientais começou a acontecer em várias partes do mundo, como a contaminação da Baía de Minamata, no Japão, onde centenas de pessoas foram envenenadas por mercúrio depois de comerem os peixes contaminados. Além disso, a publicação do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), que viria a se tornar um clássico dos movimentos preservacionista, ambientalista e ecologista, por Rachel Carson.

**2.2** Uma vez definidos os direitos de propriedade sobre o recurso natural, o processo de negociação entre poluidores e aqueles que sofrem com a poluição leva automaticamente ao nível ótimo de poluição,

independentemente de quem detém os direitos de propriedade. Assim, a maximização do bem-estar social nos contextos de produção de danos ou externalidades a certos agentes, em decorrência do empreendimento de outros, somente seria alcançável por meio de barganhas diretas entre ambos, desde que sob custos de transação e taxas de desconto irrelevantes.

**2.3** As externalidades podem ser analisáveis em termos de divergências entre o custo privado e o custo social, sendo este último tomado no sentido de custo para o conjunto dos agentes econômicos que formam a coletividade. Para ele, qualquer atividade econômica apresenta um custo e o conjunto dos custos impostos por uma atividade à coletividade constitui o custo social da mesma. Uma parte dele é compensada pelos pagamentos efetuados pelo agente que está na origem da atividade (custo da matéria-prima ou do fator de trabalho, por exemplo), isto é, os custos privados. Entretanto, em geral, existem outros custos impostos a outros agentes sem que o pagamento venha proporcionar a mínima compensação, como, por exemplo, a poluição emitida por ocasião de uma atividade de produção industrial.

**2.4** São instrumentos que afetam o cálculo de custos e benefícios das atividades, influenciando o processo decisório, no sentido de produzir melhorias na qualidade ambiental. Comparativamente aos mecanismos regulatórios (comando e controle), os instrumentos econômicos têm a seu favor a flexibilidade permitida aos agentes poluidores, isto é, procuram assegurar-lhes liberdade para escolher economicamente a melhor alternativa para alcançar os objetivos de melhoria da qualidade ambiental mediante a seleção da tecnologia a ser adotada e do momento de sua implantação.

**2.5** Os certificados negociáveis de poluição diferem das taxas e dos subsídios, na medida em que se trabalha com quantidades, em vez de se considerar os preços. A mesma abordagem também é adotada pelos

instrumentos de comando e controle, que limitam as emissões de poluição por meio dos *standards*.

## CAPÍTULO 3

**3.1** É relevante valorar economicamente os recursos ambientais para que possam ser comparados a outros bens e serviços da economia através de uma única unidade de conta, ou seja, em termos monetários. Desta forma, pode-se comparar a quantidade de bem-estar gerada pelos recursos ambientais e pelos demais recursos cujo valor monetário é determinado no âmbito do mercado, permitindo assim que preferências sejam ordenadas pelos agentes econômicos. Ou seja, a atribuição de valor monetário aos recursos ambientais torna possível a análise dos *trade-offs* envolvendo estes e os demais recursos da economia. Por esta razão, o valor econômico dos recursos ambientais pode ser considerado instrumental.

**3.2** A ferramenta padrão utilizada para comparar custos e benefícios em diferentes momentos no tempo é a taxa de desconto. Com ela, é possível trazer os valores estimados para um mesmo instante no tempo. Porém, a utilização da taxa de desconto pressupõe que o bem-estar no presente é preferível e, portanto, possui maior valor que o bem-estar futuro, o que beneficia as gerações presentes em detrimento das gerações futuras. Com isso, pode-se considerar que a utilização de taxas de desconto intertemporais é mais pertinente para horizontes de curto prazo, quando há menos incertezas com relação ao futuro.

**3.3** Este valor caracteriza um valor de uso indireto dos recursos, uma vez que a proteção de bacias hidrográficas pode alterar a capacidade de o agente consumir água. Por exemplo, a estabilização climática lhe garante melhores qualidades de vida, assim como o sequestro de carbono, que mitiga as mudanças climáticas globais. Estas são funções ecológicas que

proporcionam bem-estar aos agentes. O valor de existência, por outro lado, refere-se ao não uso, sob qualquer forma, do recurso, e reflete questões éticas, morais ou altruísticas.

**3.4** A parcela do valor econômico total a que se refere a questão é o valor de opção dos recursos ambientais. Isto porque se está preservando um recurso para que haja a possibilidade de uso futuro.

**3.5** Os métodos indiretos inferem o valor econômico de um recurso ambiental por meio de mercados associados a ele, ou seja, mercados de bens substitutos ou complementares do recurso em questão. A demanda observada nos mercados associados revela as preferências dos agentes econômicos. Por esta razão, pode-se dizer que os métodos indiretos estimam o valor dos recursos pela preferência revelada. A principal limitação relacionada a esta abordagem é o fato de que estima somente o valor de uso dos recursos associados aos mercados analisados.

Já os métodos diretos estimam as preferências por bens ou serviços ambientais criando mercados hipotéticos para estes recursos. Questionários são aplicados aos indivíduos para que possam declarar suas preferências. Existe, por meio do método da valoração contingente, a possibilidade de estimar o valor de existência dos recursos, o que confere a este método direto uma vantagem em relação aos métodos indiretos de valoração. Por outro lado, o fato de os mercados com os quais os entrevistados se deparam serem estritamente hipotéticos tende a afastá-los das suas preferências reais e do verdadeiro valor que atribuem ao recurso ambiental em questão no momento em que respondem ao questionário. Observam-se diversos vieses possíveis nas respostas dos entrevistados, causados pela forma como os questionários são construídos.

**4.1** No mercado existe muita confusão, sobretudo para quem não é especialista, a respeito das definições de recursos e reservas. Porém, as reservas constituem apenas uma parte dos recursos, sendo que esta relação é dinâmica e depende, fundamentalmente, de variáveis, tais como o nível de conhecimento geológico e a viabilidade econômica de sua recuperação no momento de sua determinação. Algumas entidades, como a Society of Petroleum Engineers (SPE) e o World Petroleum Council (WPC), têm elaborado uma definição probabilística do conceito de reservas dada a incerteza que as caracteriza. A utilidade de entender esses dois conceitos consolida-se na diminuição da estimativa ou subestimação das quantidades de reservas com as que conta um estado, um país ou até uma empresa. Além disso, ter um marco comum de definição ajuda na comparação de quantidades de reservas entre países, por exemplo.

**4.2** Apesar da virtude conceitual de Hotelling, na indústria petrolífera mundial, o uso desta regra se depara com três grandes limitações. Primeiramente, a premissa relacionada com os custos marginais constantes não se cumpre, visto que na medida em que os poços são explorados, apresenta-se uma perda de pressão, que faz com que a dificuldade de se retirar unidades adicionais de óleo aumente, e, em decorrência, o custo também seja crescente. A segunda limitação tem a ver com a inovação tecnológica, sendo que o progresso técnico deveria conduzir a novas formas de produção e uso de recursos de petróleo. A terceira limitação está relacionada com o fato de que as reservas se consideram como conhecidas desde o começo da produção. Dado que o conceito de reserva é dinâmico no tempo, este pode mudar em consequência de mudanças de preços, novas tecnologias e aprimoramento do conhecimento geológico das bacias.

**4.3** Sabe-se que as hipóteses do modelo de concorrência pura e perfeita (CPP) não representam necessariamente a realidade dos mercados, como no caso do monopólio e do oligopólio. No caso particular dos monopólios,

espera-se evitar preços muito superiores aos custos marginais (regulação ativa, que busca manter preço justo e qualidade dos serviços ao consumidor final). É importante destacar que a regulação do monopólio (natural) não induz à concorrência, simplesmente a substitui por mecanismos e metas regulatórias. Assim, os segmentos de transporte de gás ou eletricidade, mediante redes físicas, apresentam uma série de características que os levam a operar como monopólios naturais, constituindo perfeitos exemplos de indústrias de rede.

**4.4** As empresas que constituem um cartel precisam possuir, juntas, um elevado poder de mercado e agir de forma coordenada para fazer com que esse poder seja utilizado no sentido de possibilitar a captura da maior parcela possível do excedente econômico. É preciso que essas empresas entrem em acordo quanto a preços e quantidades a serem praticados e que exista alguma forma de gestão das atividades, com especial atenção para a aplicação de mecanismos de punição para aqueles membros que apresentarem condutas prejudiciais ao grupo. A OPEP, apesar de seu elevado poder de mercado e de sua capacidade de influenciar o volume de petróleo produzido no mundo, é marcada por uma grande heterogeneidade entre os seus países membros. Essa característica, aliada ao fato de que seus membros são países soberanos, dificulta a implementação de um mecanismo eficaz de punição para os membros com condutas desviantes. Apesar disso, é possível identificar momentos em que o grupo adotou comportamentos similares aos de um cartel, como, por exemplo, quando o grupo instituiu cotas de produção para seus membros pela primeira vez em 1983.

**4.5** O mecanismo de influência da OPEP sobre o mercado de petróleo está relacionado à evolução da precificação mundial do petróleo. No início dos anos 1970, após negociações internas em suas reuniões, a OPEP definia os *Government Selling Prices*, que eram a referência para a maior parcela do

volume de petróleo transacionado internacionalmente. No final dos anos 1970 e no início dos anos 1980, os mercados *spot* ganharam força e os marcadores internacionais Brent e WTI tornaram-se os principais mercados para a determinação dos preços do petróleo. Não tendo mais o controle direto sobre os preços, restou à OPEP a possibilidade de influenciar os preços a partir de políticas de controle de sua produção. Por meio de ajustes no seu volume de produção, a OPEP tenta alterar o equilíbrio entre oferta e demanda no mercado internacional e busca influenciar as expectativas dos agentes que operam nos mercados financeiros de petróleo ao sinalizar sua discordância/concordância com os níveis de preços em vigor. Diferentemente do que ocorria na década de 1970, quando os preços eram definidos diretamente pelo grupo, a influência da OPEP sobre o mercado de petróleo a partir de meados dos anos 1980 se dá de forma indireta. Essa influência é mediada por diversos fatores, como, por exemplo, o comportamento da demanda, as decisões de produção dos outros produtores e a percepção dos agentes quanto à credibilidade das decisões de produção da organização.

## **CAPÍTULO 5**

**5.1** O IPCC identifica, em diferentes estudos, muito mais impactos negativos do que positivos projetados para o futuro. Tais impactos serão diferenciados ao longo do tempo e por região, dependendo da magnitude e das taxas de mudança climática que vierem a ser observadas e da capacidade de adaptação das sociedades. Muitos países que já enfrentam desafios para se desenvolver economicamente com a mudança do clima terão riscos adicionais de aumento de ocorrência de doenças (principalmente aquelas transmitidas por vetores e aquelas associadas à extremos de temperatura) e/ou de disponibilidade de recursos, como a água utilizável e de degradação de ecossistemas com perdas do potencial agrícola

e pesqueiro. Entretanto, alguns países poderão ter mais oportunidades para o desenvolvimento econômico caso as alterações climáticas gerem impactos benéficos, como maior escoamento superficial e recarga de águas subterrâneas, aumento da produção agrícola etc. No balanço geral, as perdas socioeconômicas e ambientais devem superar em muito os ganhos.

**5.2** O grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas varia entre regiões e sociedades, ao longo do tempo, e depende de condições socioeconômicas e outras condições particulares. Comunidades mais pobres tendem a ser mais vulneráveis à perda da saúde e da vida, enquanto as sociedades mais ricas geralmente têm mais ativos econômicos em risco. Regiões afetadas pela violência ou pelo fracasso da ação governamental podem ser particularmente vulneráveis, produzindo ondas de migração como as recentemente observadas em direção à Europa. Os desafios do desenvolvimento, tais como a desigualdade de gênero, de direitos civis e de renda, além da incidência de baixos níveis de educação e de governança, podem influenciar o grau de vulnerabilidade de maneiras complexas. Fatores como baixa renda *per capita*, contração da economia e instituições públicas frágeis contribuem para aumentar os riscos de conflitos violentos e guerras civis, com o agravante de que políticas associadas à mudança de direito ao uso dos recursos em situação de escassez também podem aumentar os riscos de conflitos violentos. Como estudos estatísticos documentam uma relação entre variabilidade climática e conflito, é pertinente a hipótese de que a mudança climática trará conflitos violentos.

**5.3** Limitar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera a 450 ppm (partes por milhão), apenas 50 ppm acima dos valores observados em 2015 e 170 ppm acima do nível da era pré-industrial, provavelmente manteria o aumento de temperatura em até 2 °C. Este esforço global exige a adoção de um conjunto de opções de mitigação, porque nenhuma individualmente é suficiente. As opções de mitigação incluem um grande número de tecnologias de oferta de

energia, como a nuclear, a solar, a eólica e a hidráulica, bem como recursos bioenergéticos e fósseis com captura e armazenagem de dióxido de carbono. Além disso, é necessária a adoção de um conjunto de tecnologias de uso final para reduzir o consumo de energia e para permitir a utilização de combustíveis com baixo teor de carbono nos transportes, edifícios e indústria. Conter o desmatamento e incentivar um aumento na área florestal também contribui sobremaneira para deter ou reverter as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes de mudança do uso da terra. Há também oportunidades para reduzir as emissões de gases não CO<sub>2</sub> de uso da terra, da agricultura e de fontes industriais. Caso as tecnologias de mitigação não sejam adotadas em larga escala, em curto prazo, será necessário adotar tecnologias de remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera ainda incipientes.

**5.4** Políticas e medidas para apoiar a política climática podem ter efeitos positivos ou negativos sobre objetivos adicionais (renda, emprego etc.). À medida que esses efeitos colaterais são positivos, são considerados cobenefícios. Caso sejam negativos, são considerados cocustos ou *trade-offs*. Políticas com outros objetivos principais podem também gerar cobenefícios ou *trade-offs* à política climática. Há, mesmo no âmbito da política climática, cobenefícios e *trade-offs* entre as políticas de mitigação e de adaptação. Por exemplo: reduz-se o uso de veículos particulares para mitigar as emissões de GEE e se tem como cobenefício a redução de muitos poluentes locais que beneficia as políticas de saúde pública; ou melhora-se o nível educacional de pequenos produtores rurais em razão de políticas de desenvolvimento social e aumenta-se a capacidade de adaptação desses grupos ao estresse climático. Ou ainda, introduz-se na agricultura técnicas de cultivo voltadas à mitigação e aumenta-se a resiliência das populações rurais aos eventos climáticos, favorecendo sua adaptação. Exemplo de *trade-offs* são políticas de saneamento que acondicionam resíduos orgânicos em aterros sanitários, gerando um grande benefício ao meio ambiente local,

mas que se não destruïrem o metano que se forma nesses locais anaeróbios, propiciam a formação de grandes quantidades desse gás, que é um poderoso GEE. Portanto, é imperioso que haja coordenação entre políticas independentes. Ao coordenar as políticas, os vários benefícios e custos podem ser avaliados de forma integrada, o que oferece informações úteis para maximizar os benefícios e reduzir ou eliminar *trade-offs*, garantindo, assim, maior eficiência econômica.

**5.5** Há custos de naturezas distintas relacionados à mudança do clima. (i) Custo dos impactos do clima sobre a economia. Neste caso, consideram-se as perdas econômicas causadas pela alteração de variáveis climáticas como temperatura, precipitação, fluxos de radiação, velocidade do vento e umidade, entre outras, que impactam principalmente a produção agrícola e de eletricidade (de fonte hídrica, eólica etc.), a saúde e os ecossistemas, além de gerarem perdas de patrimônio pelo aumento do nível do mar e da quantidade e frequência de chuvas; (ii) Custo de adaptação à mudança do clima. Neste caso, os custos são aqueles relativos aos investimentos necessários para reduzir o custo dos impactos do clima, quando, por exemplo, investe-se em novos cultivares resistentes ao estresse hídrico ou a maiores temperaturas para evitar perda de oferta de alimentos, ou se investe em novas usinas de geração para evitar redução da oferta de eletricidade, ou se deslocam populações de áreas alagáveis para locais seguros; e (iii) Custos de mitigação da mudança do clima. Neste caso, os custos se referem a investimentos em novas tecnologias e/ou outros produtos e serviços menos emissores de gases de efeito estufa para reduzir a magnitude da mudança do clima. Quanto maiores os investimentos em mitigação, menores serão os custos de adaptação e os custos dos impactos remanescentes quando a adaptação não for possível. Uma questão importante é determinar o equilíbrio entre gastos com adaptação *vis-à-vis* e aqueles com mitigação. A ciência econômica indica que o ponto ótimo é aquele onde o retorno social marginal para todas as formas de despesa é o

mesmo (permitindo impactos distributivos que podem ser feitos por ponderações diferenciais de benefícios e custos para os distintos grupos de renda). Entretanto, esta estimativa não seria trivial em face das incertezas associadas à mudança do clima. Assim, a análise econômica pode ao menos permitir que se aumente a eficiência dos gastos ao identificar aqueles que apresentam menores custos micro e macroeconômicos, ou mesmo ganhos, aumentando a disponibilidade de recursos para estes fins.

## **CAPÍTULO 6**

**6.1** A insuficiência da oferta de água para atender à demanda da população, seja para uso residencial, comercial ou industrial, pode ter suas causas tanto na falta de controle no consumo, com desperdícios, quanto na destruição dos ecossistemas que proveem os recursos hídricos. As florestas dos diferentes biomas brasileiros, como Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, são importantes reguladoras do ciclo da água. O elevado nível de desmatamento nesses dois últimos biomas talvez seja a principal causa da escassez hídrica que presenciamos recentemente. Portanto, a solução desse problema não passa apenas por um consumo mais racional, mas também por ações que protejam áreas prioritárias para a provisão dos recursos hídricos, como as nascentes e margens de rios.

**6.2** O desmatamento e a degradação florestal contribuíram entre 7 % e 17 % das emissões de GEE mundiais induzidas pelo ser humano nos anos 1990. Atualmente, contribui com 11 %, embora o total de emissões tenha aumentado. Diante deste processo, os países signatários da UNFCCC vêm negociando desde 2007 a criação de medidas, políticas e incentivos para a redução do desmatamento e da degradação florestal, reconhecendo o papel do manejo e conservação florestal, bem como do aumento de estoque de carbono florestal (REDD+). Esse *mix* de medidas seria necessário para que

iniciativas de REDD+ atinjam seu potencial de contribuir para redução da emissão de GEE. Nesse sentido, considerando que a Amazônia é a maior floresta tropical do mundo atualmente, ela tem um papel crucial na regulação climática global.

**6.3** REDD+ engloba desafios que adiaram sua inclusão no âmbito da UNFCCC, os quais incluem: permanência de redução de emissões (reduções de longo prazo); níveis de referência (ou “linha de base”); vazamentos (aumento de emissões que ocorra fora dos limites das atividades de REDD+); governança e diversidade de atores e interesses. Para superá-los, é necessário haver diferentes medidas que permitam a redução do desmatamento e incentivem a utilização de novas tecnologias para a produção sustentável. Além disso, é fundamental que cada país elabore níveis de referência para que seus resultados de REDD+ possam ser verificados. No entanto, ainda há desafios em relação à capacidade de controlar o deslocamento de emissões por desmatamento de um país para outro. O que sugere que a demanda por *commodities* florestais e a participação de diferentes atores são elementos-chave para uma governança efetiva de REDD+.

**6.4** Como se pode observar na Figura 6.1, que mostra os níveis de desmatamento na Amazônia, a trajetória até meados da última década apontava para uma tendência crescente nas taxas. Contudo, em 2005, observamos um ponto de inflexão na curva de desmatamento, fruto das políticas adotadas pelo governo brasileiro. Uma análise estatística dos dados poderia mostrar que a diferença entre o desmatamento esperado, seguindo a tendência anterior, e o desmatamento observado cresceria a partir daquele ano. Faça um teste utilizando os dados do Prodes, disponibilizados no *site* no INPE em <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>.

**6.5** A expansão do cultivo de cana-de-açúcar para a produção de etanol “expulsa” outras culturas que possuem menor rentabilidade. Essas culturas possivelmente migrarão para áreas que ainda possuem floresta, principalmente no Cerrado e na Amazônia, aumentando a pressão pelo desmatamento. A pecuária, por exemplo, tem sido historicamente a atividade responsável pela abertura de novas áreas através do desmatamento, instalando-se até que uma atividade mais lucrativa a expulse para outra região. Assim, o uso cada vez maior de áreas para a produção de etanol pode constituir um incentivo ao desmatamento não só porque a pecuária ou outras culturas agrícolas migram para regiões ainda com cobertura florestal, mas também porque a redução na produção dessas culturas tende a elevar os preços, tornando-as mais rentáveis e viabilizando a produção em áreas antes não economicamente viáveis.

## **CAPÍTULO 7**

**7.1** A aceleração da pressão antrópica sobre o planeta tem aberto a possibilidade de uma disrupção profunda do sistema, expressa no risco de ultrapassagem de uma série de limiares planetários (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). Como consequência, abandonamos progressivamente o domínio estável do Holoceno para entrar nas fronteiras do Antropoceno, em que a ação humana se torna fundamental para criar um novo tipo de equilíbrio que evite a catástrofe, ou, em definitivo, para construir e assegurar um “espaço de operação segura para a humanidade”.

Esse novo ponto de equilíbrio, que deve ser artificialmente construído, exige níveis de cooperação nunca atingidos pela sociedade internacional. Equacionar a mudança climática, reduzir a taxa de perda de biodiversidade, ou mitigar o processo de acidificação dos oceanos demanda esforços concentrados de todos os agentes da governança global: públicos e privados, locais e globais. Mas especialmente requerem a cooperação entre

os grandes atores do sistema internacional: os superpoderes (EUA, UE e a China) e os grandes poderes (Brasil, Coreia do Sul, Japão, Índia e Rússia). A natureza dos problemas ambientais, definidos como limites planetários do espaço de operação segura para a humanidade, exige a construção de uma eficiente governança global.

**7.2** O limite fundamental da política internacional do ambiente é assimilar a agenda ambiental como uma série de problemas específicos e não como um sistema complexo, em que tudo está conectado e deve ser gerido cooperativamente. Essa limitação geral se expressa de forma concreta em uma série de características:

- **Marginalidade:** a presença dos tópicos ambientais na agenda internacional é menos destacada que a de outros tópicos clássicos como a segurança e a economia. Para a maioria das sociedades, as questões ambientais são, em boa parte, contraditórias com a trajetória do desenvolvimento, e suas exigências podem ser sacrificadas no altar do crescimento econômico ou das ameaças de segurança.
- **Estadocêntrica:** a política internacional do meio ambiente entende-se como um conjunto de arranjos entre Estados-Nação. A negociação, a assinatura e a implementação dos instrumentos de governança ambiental cabem quase que exclusivamente aos Estados e são eles os que estabelecem os marcos normativos, políticos e burocráticos das ações da sustentabilidade.
- **Regimes limitados a áreas específicas (*issue areas*):** Tipicamente, esses instrumentos se focam em um tópico específico — biodiversidade, mudança climática, desertificação, POP — com escassa referência a outras áreas das relações internacionais, inclusive na área ambiental.

**7.3** Essa simplificação conceitual se torna cada vez mais um obstáculo epistemológico, uma barreira cognitiva para abordar o estudo da dinâmica internacional em suas várias áreas de governança. Resulta inconsistente defender que uma categoria dicotômica seja capaz de captar de forma adequada à extrema e crescente complexidade do sistema internacional e à sofisticação de seus agentes, que combinam de forma heterogênea recursos políticos, econômicos, militares e ambientais.

Existem diferenças muito claras em termos de compromisso com a governança das fronteiras planetárias entre, digamos, os EUA, o Canadá, o Japão e a Europa, todos eles países desenvolvidos. Ao mesmo tempo, existem enormes diferenças em termos de poder e compromisso ambiental de países frequentemente qualificados como em desenvolvimento, como o Brasil, o Bangladesh, a Índia e a China.

Contudo, ainda mais nocivo que o obstáculo epistemológico é o obstáculo político que essa categorização impõe. Algumas das grandes potências emergentes, como a China, a Índia e o Brasil, que têm impactos profundíssimos sobre as fronteiras planetárias, dilatam assumir compromissos internacionais obrigatórios de proteção ao meio ambiente utilizando o mesmo argumento do subdesenvolvimento de países pobres ou falidos como a Bolívia ou o Haiti.

**7.4** A transição para uma matriz de comportamento individual e coletivo consistente com as necessidades do Antropoceno repousa em dois fatores característicos das sociedades contemporâneas.

O primeiro deles se localiza no nível da estrutura internacional e diz respeito à hegemonia de forças conservadoras no sistema. O sistema internacional se encontra dominado por agentes relutantes em ceder parcelas de poder para construir bens comuns universais — isto é, pouco comprometidos com a governança global. Ele é incapaz de dar resposta aos problemas derivados da profunda interdependência das sociedades

contemporâneas, que demandam como nunca arranjos cooperativos para serem solucionados.

O segundo fator característico que limita o desenvolvimento de uma “moral do Antropoceno” se encontra no nível do agente e pode ser definido como imediatismo. Os seres humanos estão acostumados a reagir ou frente a ameaças imediatas ou frente a extremos de imoralidade. O problema é que a desestabilização do sistema terrestre se dá de forma cumulativa e seus efeitos mais catastróficos apenas se sentirão no longo prazo. De forma genérica, os indivíduos têm dificuldades para atribuir o mesmo nível de realidade ao futuro do que ao presente, razão pela qual estarão dispostos a trocar benefícios limitados imediatos por benefícios substantivos no futuro.

**7.5** Em termos do sistema internacional, a mais estrutural das demandas é o abandono progressivo do soberanismo como padrão arquetípico de comportamento dos Estados no cenário internacional.

Primeiro, a necessidade de definir um conceito operativo que guie a definição e implementação de políticas consistentes com o equilíbrio do sistema terrestre. Propõe-se, então, a categoria de economia verde de baixo carbono (EVBC), cuja fórmula tem como base a métrica conhecida da intensidade de carbono e se completa com referências a outras fronteiras.

Segundo, a criação de uma organização internacional ambiental com *status* superior a uma agência especializada da ONU e com poderes similares aos da OMC, capaz de definir estratégias normativas globais para a estabilidade do ambiente na Terra; com atribuições para monitorar a situação ambiental em cada um dos países, criticando publicamente aqueles que violem as normas; e com poder de polícia para implementar tratados e protocolos.

Terceiro, a internalização das fronteiras planetárias nos princípios e comportamento das principais organizações internacionais: OMC, FMI, Banco Mundial e o Conselho de Segurança (CS) da ONU.

Quarto, a reforma gradual da Assembleia Geral da ONU (AGNU) com vistas a se transformar em um parlamento mundial representativo da população global, abandonando a atual representação de estados nacionais.

Quinto, a criação de um Conselho de Desenvolvimento Sustentável (com poderes diferenciados equivalentes ao Conselho de Segurança) no âmbito da AGNU, com poderes para atuar na área ambiental.

## **CAPÍTULO 8**

**8.1** A energia é elemento fundamental para o desenvolvimento econômico de um país, pois ela é insumo básico para o desenvolvimento de toda atividade produtiva. Sem energia não é possível colocar máquinas para funcionar ou transportar insumos e produtos.

**8.2** O escopo do estudo da Economia da Energia aborda os cinco temas, resumidos e listados a seguir:

1. As relações entre a oferta e a demanda de energia e ao crescimento econômico sustentável;
2. As condições econômicas e geopolíticas que governam as relações comerciais e de interconexão física da infraestrutura de energia entre diferentes países;
3. O processo de formação de preços e aos critérios que presidem as decisões de financiamento, de investimento e de consumo de energia;
4. O papel do Estado na formulação das políticas de oferta e de demanda, do regime fiscal e/ou com a criação de empresas estatais;  
e
5. O papel das estratégias empresariais e das inovações tecnológicas que configuram, em última instância, determinado padrão de concorrência nas indústrias energéticas.

**8.3** O Índice de Intensidade Energética representa a razão entre o consumo de energia de um país ou setor, expresso em alguma unidade energética, e o valor de seu PIB, mensurado em unidades monetárias. Ele indica quanto de energia é necessário para a produção de uma unidade monetária do PIB. Por isso, é igualmente considerado para calcular a eficiência da utilização de energia para a geração de riqueza de uma indústria, região ou país.

**8.4** A geopolítica trata de questões externas de sistemas energéticos nacionais, a partir da interação de poder entre países consumidores e produtores. Questões geopolíticas do petróleo e do gás natural estão diretamente associadas à distribuição desigual das reservas no mundo e do acesso a elas. Questões geopolíticas relacionadas à eletricidade variam desde acordos de integração entre países ou regiões, garantia de abastecimento da fonte primária utilizada, até a competição tecnológica de novas fontes.

**8.5** O termo competitividade aplicado à energia entende-se como o custo da prestação de serviços de energia em uma economia em relação às outras. As diferenças de preço influenciam as tomadas de decisão de investimento e a instalação de novas fábricas ao redor do mundo, com impactos sobre o nível de atividade econômica, nível de emprego e bem-estar social. O custo de energia é fundamental para a competitividade internacional das indústrias energo-intensivas, pois correspondem à parte significativa de seus custos totais de produção. Diferenças nos preços da energia entre os países constituem, portanto, um fator importante na competição entre países exportadores e nas economias locais com os bens e serviços importados.

## **CAPÍTULO 9**

**9.1** Dentre as principais vantagens da integração energética, podem ser citadas: aumento da segurança energética; melhor aproveitamento dos

recursos naturais; busca de sinergia derivada da complementaridade hidrológica, de recursos e de carga; além da redução de custos de implantação e operação dos sistemas elétricos.

## 9.2 Como premissas, cabem citar:

- assegurar o desenvolvimento energético sustentável e, por conseguinte, a segurança e a eficiência do abastecimento energético e a proteção do patrimônio natural, mediante a exploração racional das fontes e de consumo eficiente de energia;
- projetar mecanismos de cooperação que permitam aprofundar a integração da infraestrutura regional;
- institucionalizar, fortalecer e dar coerência entre si e os diversos mecanismos de cooperação energética regional; e
- complementar os sistemas almejando como meta final a livre circulação de produtos e serviços energéticos.

**9.3** A integração energética enfrenta resistências ao seu desenvolvimento associadas às assimetrias institucionais e regulatórias; restrições de caráter mais político derivado do receio de perda de autonomia nacional; falta de estrutura física; e carência de planejamento comum para a expansão dos sistemas de energia. Além disso, é necessário construir uma base jurídica assentada em tratados internacionais de longo prazo ou atemporais.

**9.4** O Mercado Energético Nórdico (*Nord Pool*) surgiu apenas em 1996, por iniciativa da Noruega e da Suécia, mas se tornou rapidamente um grande sucesso e passou a ser responsável pela comercialização de parte significativa da energia elétrica consumida pelo bloco. Posteriormente, seriam adicionados ainda Finlândia (1998), Dinamarca (1999) e, parcialmente, Alemanha (2005). Com a união dos mercados, houve diminuição da concentração existente no setor até então, crescimento da

competitividade e diversificação das fontes de energia para cada país participante, aumentando a segurança energética de todos.

**9.5** Os avanços mais significativos na integração elétrica na América Latina foram dados com a construção, a partir da década de 1970, dos grandes aproveitamentos hidrelétricos binacionais em rios fronteiriços: Itaipu, Salto Grande e Yacyretá, respectivamente, empreendimentos de Brasil-Paraguai, Argentina-Uruguai e Paraguai-Argentina. O maior destaque deve ser dado à central hidrelétrica de Itaipu Binacional por se tratar, até bem pouco tempo, da maior hidrelétrica do mundo, transformando este empreendimento no mais importante *case* de sucesso de integração elétrica na região.

## **CAPÍTULO 10**

**10.1** A promulgação da Política Ambiental Americana (NEPA, em inglês), em 1969; a realização da Conferência das Nações Unidas em Estocolmo, em 1972; o trabalho realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que resultou na publicação do relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1987; a realização da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro, em 1992 (ECO 92); a assinatura, em 1997, e a vigência, a partir de 2005, do Protocolo de Kyoto; e a realização da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro, em 2012 (Rio+20). A partir destes eventos, foram se configurando diversas modalidades e instrumentos de política e gestão, diferentes concepções de meio ambiente e novos atores passaram a incorporar a dimensão ambiental em suas estratégias

**10.2** De um lado, a crescente judicialização observada nos últimos anos no País, de outro, o prevaecimento de iniciativas legais que priorizam o conceito de gestão integrada e participativa, tem gerado conflitos de visão e de ação principalmente no âmbito do setor público. Além disso, o acelerado

processo de crescimento que vem sendo perseguido pelo País poderá imprimir uma dinâmica diferenciada a esta evolução, seja em termos público ou privado, colocando uma interrogação sobre o papel que será dado à questão ambiental neste contexto. Somam-se ainda as indefinições nas negociações internacionais e os próprios rumos incertos da política e da gestão ambiental nos países desenvolvidos em função da crise econômica que os mesmos vêm enfrentando.

**10.3** A Lei definiu a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos. A Lei define que a água é um bem escasso, dotado de valor econômico, reconhecendo os usos múltiplos da água e os direitos dos usuários.

**10.4** Os CBH, que representam uma inovação no sistema de gestão, são considerados “parlamentos de águas” e referência de novas práticas de gestão em diversos países, cada qual com suas especificidades, além de desempenharem um papel fundamental na negociação de conflitos e na gestão compartilhada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos. Tendo caráter deliberativo em nível da bacia, no caso brasileiro esses comitês envolvem a participação de representantes do poder público federal, estadual e municipal, usuários dos recursos hídricos e sociedade civil organizada.

**10.5** Na tentativa de construir um sistema nacional para governança dos recursos hídricos e de integrar os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREH) ao SINGREH, a ANA lançou em março de 2013, por meio da Resolução ANA nº 379, o Pacto Nacional pela Gestão das Águas. O Pacto tem por objetivos:

- promoção da efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual; e

- fortalecimento do modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

## CAPÍTULO 11

**11.1** Algumas ações que podem contribuir para o uso racional dos recursos hídricos são: em termos individuais, pode-se reduzir o consumo doméstico e evitar o desperdício nas atividades diárias, tais como evitar banhos prolongados e desligar a torneira ao escovar os dentes; lavar carros usando uma menor quantidade de água; não lavar calçadas e quintais com a mangueira ligada. No âmbito das empresas, indústrias e governos, pode-se diminuir o uso nas atividades agrícolas e industriais; tomar as medidas necessárias para não contaminar os cursos de água e os lençóis freáticos; reduzir o uso de fertilizantes químicos e pesticidas na produção agrícola; manejar os produtos tóxicos de forma adequada; promover o tratamento e o manejo adequado dos esgotos urbanos e industriais; e fazer o tratamento adequado dos resíduos tóxicos, domésticos e industriais.

**11.2** Como produtor, podem-se adotar práticas agroecológicas ou aquelas que minimizam o uso de fertilizantes e agrotóxicos; a aplicação de técnicas como a rotação de culturas evita o desgaste do solo; a diversificação do sistema produtivo no lugar da prática de monoculturas também contribui para diminuir os impactos ambientais. Evitar o transporte de longas distâncias economiza combustível e diminui o aquecimento global. Como consumidor, primeiramente é importante procurar conhecer como se dá a produção de alimentos em nosso País; certificar-se da origem dos alimentos e optar por alimentos agroecológicos é uma ação importante por parte do consumidor; pressionar os governos a apoiar a produção de base agroecológica, em específico, os pequenos agricultores.

**11.3** Em resumo, no âmbito empresarial e governamental, podem-se reduzir as emissões de gases dos escapamentos dos veículos, por meio da utilização de outros combustíveis e tecnologias de motores; diminuir o tráfego de automóveis investindo em transporte público de qualidade; investir em educação para o trânsito; e, em última instância, utilizar a punição, como: fazer uso do mecanismo do poluidor-pagador, o seja, quem poluir mais deveria pagar impostos maiores, e esses impostos poderiam ser revertidos para ajudar a melhorar a qualidade de vida nas grandes cidades, como, por exemplo, promover arborização das cidades. Os cidadãos comuns podem adotar outras formas de transporte como a bicicleta, a carona solidária ou mesmo pressionar o governo para oferecer transporte público de qualidade.

**11.4** O consumidor doméstico pode adotar medidas simples, tais como: ficar menos tempo com o chuveiro ligado; fechar o chuveiro enquanto se ensaboia; usar a chave na posição morna ou fria, pois este é um dos aparelhos que mais consome energia elétrica; ao usar aparelhos como ferro de passar roupas e máquinas de lavar, juntar a quantidade máxima de peças para passá-las e lavá-las de uma só vez. Na compra de aparelhos elétricos e lâmpadas, optar pelos que consomem menos energia; não deixar aparelhos eletrônicos ligados e lâmpadas acesas em ambientes vazios, dentre outros.

**11.5** Há diversas ações que podem ser colocadas em prática, como, por exemplo: reduzir o consumo, reutilizar os objetos e só em última instância reciclar (essa é uma ação que todos os sujeitos sociais podem e devem fazer para diminuir os impactos ambientais); separar o lixo e doar os recicláveis a catadores ou a associações de reciclagem; optar por sacolas e outras embalagens retornáveis; evitar utilizar muita embalagem para presentes, bem como objetos descartáveis (pratos, copos, talheres etc.); organizar-se em grupos e convocar o poder local para iniciar projetos de separação de materiais recicláveis, inserindo os catadores nessas ações. Colocar em prática os cinco Rs da ecologia, quais sejam: **repensar** – repense seus

hábitos de consumir e descartar; **recusar** – recuse aqueles produtos que prejudicam o meio ambiente e a sua saúde; **reduzir** – reduza o consumo desnecessário; **reutilizar** – reutilize e recupere ao máximo os produtos antes de descartá-los; e **reciclar** – recicle todo material possível.

## CAPÍTULO 12

**12.1** O capital natural representa a riqueza de um país em seu significado mais amplo. Incorporar o valor do capital natural no Sistema de Contas Nacionais (SCN) e na análise do crescimento econômico real — considerando a depleção e a degradação do capital natural e dos serviços ecossistêmicos — auxilia os países a identificar, reduzir e mitigar os riscos reais econômicos associados à exaustão dos recursos naturais. Esta incorporação dá suporte à identificação de oportunidades para proteger e restaurar o ambiente natural que é crucial se considerarmos a questão intergeracional com contínuo crescimento econômico sustentável.

Esta visão é coerente com a noção de sustentabilidade: dar às gerações futuras o poder de decisão, de escolha, na medida em que se investe em alternativas ao modelo vigente. Não se busca substituir apenas o capital natural por simples capital reprodutível, mas por alternativas ao *status quo*.

**12.2** O evento importante que trouxe à tona a percepção de que existem problemas cruciais para o futuro desenvolvimento da humanidade foi a publicação, em 1972, do livro *The Limits to Growth*, de Meadows *et al.*, ou, como frequentemente é chamado, o Relatório do Clube de Roma. Neste período, também houve a combinação do aumento do desmatamento com forte crescimento populacional, e o livro apontava para o perigo de os limites da natureza levarem a um colapso da economia mundial em meados do século XXI.

Nas regiões em desenvolvimento, ao longo da década de 1980, o Banco Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) patrocinaram diversos *workshops* (ver AHMAD; EL SERAFY; LUTZ, 1989) para fomentar o consenso sobre a necessidade de se estimular avanços no sentido de vincular a contabilidade ambiental ao Sistema de Contas Nacionais. Em resposta a isto, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (hoje UNSD e, na época, UNSTAT) iniciou os trabalhos sobre o assunto na Associação Internacional para a Revisão de Renda e Riqueza (IARIW).

Em 1989, um importante estudo foi elaborado pelo World Resource Institute (REPETTO *et al.*, 1989), o qual estimou os custos de depreciação dos recursos naturais da Indonésia e mostrou que geraria significativos ajustes descendentes de suas taxas de crescimento. No período de 1989-1992, o Banco Mundial e a UNSD conduziram diversos projetos-piloto em países como México, Papua Nova Guiné, entre outros. Estes estudos testavam o *framework* contábil que estava sendo elaborado e o qual foi publicado pelas Nações Unidas como Contabilidade Integrada Econômica e Ambiental (SICEA 1993).

Em 1994, o Tratado da Comunidade Europeia apontou como um dos objetivos políticos mais importantes de todos os países-membros (art. 2<sup>o</sup>) o crescimento sustentável que respeite o meio ambiente. Para isso, recomenda a integração da proteção ambiental na definição e execução das políticas. A publicação da Comissão Europeia intitulada “Crescimento, Competitividade e Emprego” destaca a necessidade de um “novo modelo de desenvolvimento” e salienta a importância de uma abordagem integrada que compreenda crescimento econômico, qualidade de vida, emprego, desenvolvimento local e ambiental. Não havia até então nenhum instrumento de orientação política e informação ao público. Define como necessidade prioritária a harmonização de um sistema europeu único de contas e indicadores econômicos e ambientais integradas (SICEA), com

isso identificando os problemas dos vários setores econômicos, suas políticas em diferentes níveis, que permitiria a comparação entre os estados-membros, consolidando, assim, um plano de ação para a contabilidade verde nos países da Europa. Neste mesmo ano, o Escritório de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) inaugurou o financiamento de vários projetos-piloto nos países da Comunidade Europeia.

A comunidade estatística criou o *London Group on Environmental Accounting* em 1994, um fórum integrado por especialistas em contabilidade, oriundos tanto de países desenvolvidos quanto de países em desenvolvimento que discutem os programas de contabilidade ambiental.

A Divisão de Estatísticas das Nações Unidas estabeleceu um Comitê de Experts em Contabilidade Ambiental-Econômica (UNCEEA), em março de 2005, tendo como um dos principais objetivos o processo de desenvolvimento do SICEA como padrão internacional estatístico.

O SICEA CF foi aprovado em fevereiro de 2012 como padrão internacional estatístico e contém, pela primeira vez, uma recomendação única sobre o tratamento da mensuração e contabilização da depleção dos recursos naturais, e propõe vários agregados de renda e poupança ajustados pela depleção. O Comitê do Programa Estatístico aprovou em 2003 a Estratégia Europeia de Contabilidade Ambiental (EECA), que, em uma revisão em 2008, recomendou, entre outras coisas, estabelecer uma base legal para a contabilidade ambiental. A recomendação foi realizada por meio da Regulação sobre Contabilidade Ambiental Econômica, que foi efetivada pelos Parlamento e Conselho Europeu em 2011 e atualizada (ampliada) em 2014.

**12.3** A base pela qual o SICEA CF tratou a depleção dos recursos não renováveis foi considerar como consumo de capital fixo. Define a depleção em unidades físicas como o custo de uso do recurso. Nessa medida, a depleção é explicitamente fundamentada nas mudanças que ocorrem

durante o período contábil em termos físicos, devido à extração do recurso, e multiplicado pelo preço médio do recurso no solo (as novas descobertas, reavaliações e reclassificações também são contabilizadas com este mesmo preço médio, apesar de não terem sido extraídos). O “aluguel do recurso” (*resource rent*) é integralmente contabilizado no PIB, mas nas estimativas do PIL o custo de depleção deve ser deduzido como depreciação do recurso (consumo de capital natural). O custo de depleção pode ser obtido pela separação do “aluguel do recurso” (*resource rent*) em depleção e o elemento de renda. Se considerarmos o problema de alocação orçamentária, a ideia principal é o aluguel do recurso corrigido pela depleção, que deve ser incluído na renda conforme abordagem de El Serafy. O SICEA CF favorece o cálculo da depleção como consumo de capital fixo, principalmente porque é o método mais consistente com o conceito de renda utilizado no SCN.

A abordagem do custo de uso de El Serafy considera o aluguel (*rent*) como produto da venda de ativos não produzidos. Divide o aluguel (*rent*) em renda e depleção. Isto é, os recursos não renováveis são considerados ativos que geram rendimentos enquanto durar sua exploração. É calculado pelo valor presente da série de rendimentos que se espera obter da extração futura. Trata-se do mesmo procedimento de valoração dos demais ativos da economia, tornando a valoração dos recursos não renováveis dependente da capacidade de se manter níveis futuros de extração e do custo de oportunidade do capital da economia. O produto sustentável é igual ao produto calculado de forma convencional menos o custo de uso. Por isso, o ajuste é sempre no sentido de diminuir ou, no máximo, manter o mesmo nível do produto, nunca podendo aumentá-lo.

Os conceitos de renda ajustada e custo de uso são complementos a serem considerados na renda. O tamanho do componente de renda pode ser calculado, impondo que seu valor presente líquido ao longo de um período infinito de tempo tem de ser igual ao valor presente líquido do recurso original. Nos cálculos dos custos de depleção, El Serafy usa o método do

valor presente líquido com taxas constantes de extração e taxas de juros fixas. O custo de uso é o maior valor presente esperado dos rendimentos futuros. Nesse sentido, a taxa de juros exerce um papel fundamental no cálculo do custo de uso. Quanto maior a taxa de juros, menor será o valor presente esperado do rendimento futuro, diminuindo o valor de custo de uso. Reversamente, quanto menor o patamar da taxa de juros, os valores futuros atualizados serão maiores e o custo de uso terá um valor maior.

A expectativa de mudança na taxa de juros também influenciará o cálculo do custo de uso. Se há uma expectativa de elevação da taxa de juros, a taxa de desconto intertemporal será maior que a taxa de juros vigente, reduzindo o custo de uso. Caso contrário, o custo de uso poderá ser maior. Essa análise é fundamental no caso do gerenciamento de estoques de recursos naturais.

As expectativas dos produtores em relação aos preços e custos futuros, expressos no custo de uso, terão uma importância fundamental na determinação da taxa de exploração dos recursos naturais. A exploração será mais acelerada quanto menor for o custo de uso do conjunto de produtores; contrariamente, quanto maior for a média do custo de uso para os produtores, tanto mais reduzida será a exploração. São diversos os fatores que influenciam tais expectativas. Por meio de políticas públicas no que se refere à cobrança de *royalties* sobre as atividades de exploração de recursos energéticos e minerais, pode-se balizar o custo de uso e, conseqüentemente, direcionar o ritmo de extração dos recursos.

El Serafy introduz corretamente a dimensão temporal: faz diferença se o recurso se esgota em 5 ou 50 anos, por isso, é preciso projetar o preço daqui a 5 ou a 50 anos, o que gera um problema de projeção de incertezas. A importante diferença entre o método de El Serafy e outros métodos de contabilização é que se deduz o custo de depleção não só do PIL, como também do PIB.

**12.4** Sob terminologia econômica, os fluxos de serviços ecossistêmicos têm sido tratados como dividendos que a sociedade recebe do capital natural. A incorporação de valoração ambiental na estimação da riqueza e nos indicadores macroeconômicos fornece maiores informações aos tomadores de decisão para assegurar que as estratégias de desenvolvimento sejam de crescimento sustentável e inclusivo. Se o capital natural e os fluxos de serviços que se originam destes (serviços ecossistêmicos) são incorporados nas contas nacionais, podem dar informações importantes sobre a interconexão entre economia e natureza. Quais setores e atividades dependem de quais serviços ecossistêmicos e como o uso dos serviços ecossistêmicos afeta os estoques e valores de capital natural. A partir daí, pode-se avaliar com mais clareza como as decisões políticas interferem na natureza direta ou indiretamente, influenciando a produção, consumo, investimentos e outras atividades.

**12.5** O SICEA CEE consiste nos tópicos para os quais ainda não há consenso, ou para os casos em que há experiência limitada, mas que são altamente relevantes para efeito de criação de políticas. Embora a Contabilidade Ecossistêmica Experimental SICEA (SICEA CEE) tenha a mesma definição de ativos que o SICEA FC, a mesma permite uma perspectiva diferente sobre o capital natural (UN *et al.*, 2013, parágrafo 1.15). Enquanto o SICEA FC tem uma perspectiva reducionista de concepção de uma floresta como uma coleção de ativos individuais como solo, madeira, que provê a economia com produtos de mercado (como os produtos madeireiros), o SICEA CEE tem uma perspectiva mais holística da concepção da floresta como um ativo ecossistêmico que provê um pacote de serviços ecossistêmicos dos quais alguns são comercializáveis (madeira) e outros não são comercializáveis (como o sequestro de carbono), com isso ampliando as definições de produção do SCN.

O SICEA CEE sugere a criação de contas em unidades físicas e monetárias que detalhem o fornecimento dos serviços ecossistêmicos, bem

como contas de ativos para ecossistemas, além de contemplar propostas para contas de carbono e conta de biodiversidade. A contabilidade dos ecossistemas é um campo relativamente novo e emergente para tratar a integração de dados biofísicos complexos, controle de alterações nos ecossistemas e vincular essas alterações à economia e outras atividades humanas.

Considerando a crescente demanda por estatísticas sobre os ecossistemas nos *frameworks* analítico e político sobre a sustentabilidade ambiental, o bem-estar humano e o crescimento e desenvolvimento econômico, o assunto se torna relevante para avançar neste campo emergente de estatísticas. No entanto, existem muitos desafios em como internalizar os serviços ecossistêmicos na contabilidade nacional. O primeiro dos desafios é o de chegar a uma definição consistente para um serviço do ecossistema, que pode ser aplicada em um contexto de contabilidade. Várias definições de serviços ecossistêmicos foram fornecidas em contribuições recentes (TEEB, 2010; MEA, 2003).

A questão-chave é se os serviços dos ecossistemas são os benefícios proporcionados pelos ecossistemas (por exemplo, MEA, 2003), ou de contribuições para estes benefícios (por exemplo, TEEB, 2010). No caso da contabilidade, é necessário definir muito especificamente o que é um serviço do ecossistema e como esse serviço é gerado em função da atividade do ecossistema e outros insumos (por exemplo, trabalho, bens de capital).

A segunda questão é que precisa ser reconhecida como a grande maioria dos ecossistemas foi modificada por pessoas, muitas vezes com o específico objetivo de aumentar a oferta de produtos específicos, como no caso da conversão de florestas em terras de cultura. Por exemplo, em parques naturais, trilhas para caminhadas podem ter sido construídas, a fim de divulgar o cenário para os visitantes, e corta-fogos podem ter sido implantados em uma floresta para controlar os riscos de incêndio. Portanto,

devido ao fato de que a maioria dos serviços ecossistêmicos não tem preço de mercado e que seus custos de degradação não são internalizados, sua contabilização se torna incompleta. Para isso, ainda é necessário que haja um esforço no sentido de definir os serviços ecossistêmicos no contexto contábil, com alocação dos serviços ecossistêmicos aos setores institucionais, registrar em base de dados a degradação ecossistêmica e avançar ainda mais na avaliação monetária.

## **CAPÍTULO 13**

**13.1** A reflexão, discussão e operacionalização de âmbito internacional sobre desenvolvimento sustentável ocorreram em múltiplos níveis e viabilizaram a difusão de uma crença compartilhada pela sociedade como um todo. Neste sentido, desenvolvimento sustentável pode ser considerado uma nova convenção de mercado, a “convenção do desenvolvimento sustentável (CDS)”, que crescentemente influencia o ambiente de negócios e seus arranjos institucionais, bem como as práticas empresariais e os mapas cognitivos dos agentes econômicos.

**13.2** O aumento da demanda de energia, impulsionado pelo aumento populacional e pelo crescimento econômico global, impõe novos desafios a serem enfrentados para a indústria de energia. O processo de mudança deste setor é caracterizado por variações intrínsecas e extrínsecas à indústria. Com efeito, o primeiro grupo de variações — as intrínsecas — diz respeito aos desafios ligados às mudanças na tipologia de recursos, nos novos equilíbrios geopolíticos e avanços tecnológicos. As variações extrínsecas, por sua vez, são aquelas ligadas ao conceito de desenvolvimento sustentável e que tratam dos desafios da transição energética e da mudança da função de produção.

**13.3** A revisão da literatura consiste na apresentação de algumas temáticas da corrente teórica Variedade de Capitalismo (VoC), selecionando autores que tratam de mudança institucional (STREECK; THELEN, 2009). Paralelamente, são indicados os principais autores e respectivos trabalhos de um campo de estudo relativamente recente, denominado ambientalismo empresarial (SCHMIDHEINY; PORTER, 2006), particularmente aqueles que incorporaram na sua análise a abordagem de *stakeholder* (FREEMAN, 1994). Como subsídio teórico, é realizada uma revisão das principais referências da teoria da firma, na vertente da VBR (CHANDLER; FOSS, 1997; BARNEY, 1996; entre outros), teoria evolucionária (NELSON; WINTER, 1996) e a tese histórica de Polanyi (1992). Em seguida, faz-se necessária uma análise cruzada, buscando as correspondências/sinergias entre as correntes, aplicando esta análise ao setor de P&G.

**13.4** A mudança em andamento pode ser caracterizada como um processo gradual repleto de avanços e recuos, erros e acertos.

**13.5** Os novos desafios das empresas de P&G podem ser agrupados em três seções: (i) desenvolvimento de novas tecnologias para viabilizar a transição energética e para aprimorar, em termos de ecoeficiência, os processos produtivos; (ii) mudar de modo integrado a forma de fazer negócios: englobar lógicas não meramente econômicas — sociedade e meio ambiente — na tomada de decisão e na implementação de projetos; (iii) participação no debate global, em nível econômico e político, sobre temáticas da indústria de P&G diante das necessidades levantadas pelo desenvolvimento sustentável.

## CAPÍTULO 14

**14.1** A matriz energética mundial é abastecida majoritariamente por combustíveis não renováveis (cerca de 90 %), considerando-se

combustíveis fósseis e nucleares. As regiões com uso mais intenso de energia possuem maior dependência destas fontes. Por sua vez, o Brasil é abastecido aproximadamente em 45 % por fontes energéticas renováveis, com destaque para os derivados da cana-de-açúcar, especialmente o etanol, e a hidroeletricidade.

**14.2** A energia solar tem dois fins energéticos diretos: geração de calor ou eletricidade. A geração de calor, ou aquecimento solar, é possível a partir de tecnologias bem disseminadas formadas por coletores e reservatórios térmicos, associando-se a crescentes reduções de economia de energia elétrica. Estas tecnologias no Brasil estão em crescimento. Em meados de 2012, contabilizava-se a produção média anual de 700.000 m<sup>2</sup> de coletores solares, que atualmente devem ter sua eficiência certificada pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem. Por sua vez, a geração fotovoltaica ainda é muito modesta, contabilizando em meados de 2014 menos de 10 MW instalados, principalmente em função do elevado custo de aquisição da tecnologia.

**14.3** De acordo com a formulação básica para o cálculo da potência gerada em um aproveitamento hidrelétrico, os dois parâmetros fundamentais são: vazão do rio, associada ao volume de água escoada por taxa de tempo; e altura da queda, ou seja, a diferença de nível que a água percorre entre a barragem e a turbina transformando sua energia potencial em energia cinética.

**14.4** Em meados de 2013, a geração eólica no Brasil correspondia a menos de 2 % da eletricidade gerada no País a partir de um parque de 2,2 GW instalados (dados de abril de 2014), significando 1,7 % do potencial estimado para velocidades de vento maiores que 7 m/s, e menos de 1 % da capacidade instalada no mundo. Este mercado está em expansão tendo em vista o potencial a ser instalado nos próximos anos. Em geral, os parques

eólicos localizam-se no litoral da Região Nordeste, com algumas usinas na Região Sul.

**14.5** Bioenergia pode ser definida como a energia química acumulada mediante processos fotossintéticos recentes. Uma das formas de classificar os biocombustíveis, ou seja, a biomassa destinada para fins energéticos, é:

- dendrocombustíveis: biomassa de madeira e resíduos de madeira;
- agrocombustíveis: biomassa de culturas agrícolas e resíduos agrícolas e animais; e
- resíduos sólidos urbanos: biomassa descartada no lixo urbano.