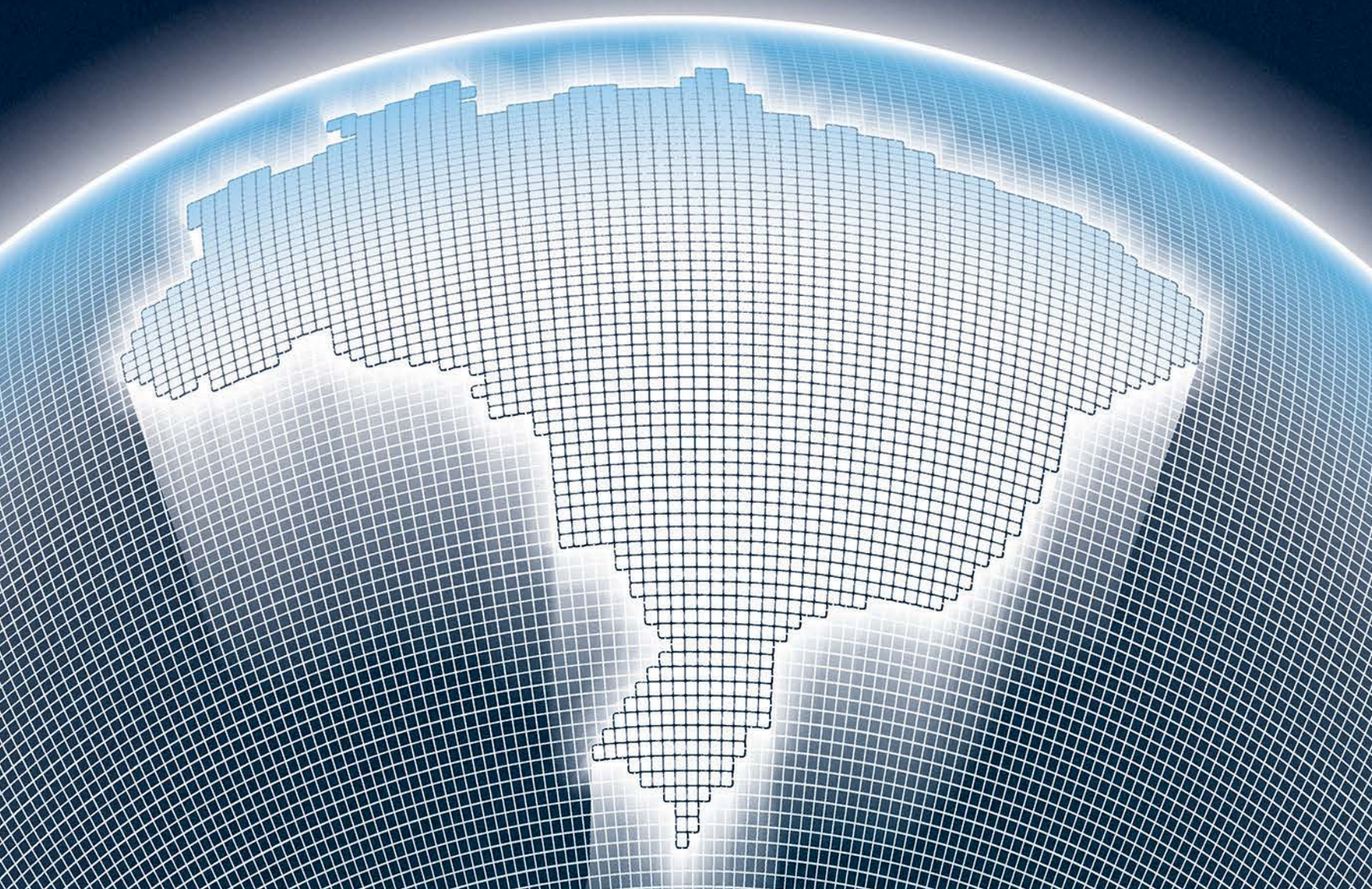
http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/RQMA_2013.pdf

IBAMA
MMA

Relatório de Qualidade do Meio Ambiente

RQMA

BRASIL
2013



Ministério do
Meio Ambiente



Relatório de Qualidade
do Meio Ambiente



BRASIL 2013

Presidência da República
Dilma Vana Roussef

Ministério do Meio Ambiente
Izabella Mônica Vieira Teixeira

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Volney Zanardi Junior

Diretoria de Qualidade Ambiental
Fernando da Costa Marques

Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental
Cláudio Orlando Liberman

Centro Nacional de Informação Ambiental
Ricardo Augusto de Souza Ayres Lopes

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Diretoria de Qualidade Ambiental
Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental

Relatório de Qualidade do Meio Ambiente

RQMA

BRASIL 2013

Ibama
Brasília, 2013

Coordenação Técnica do RQMA
João Batista Drummond Câmara
Carolina Gonçalves Abreu

Equipe Técnica do RQMA
Álvaro Roberto Tavares
Bernardo Luiz Eckhardt da Silva
Carolina Gonçalves Abreu
Flávia Maria de Castro Rocha
Giovana Bottura
Jailton Dias
João Batista Drummond Câmara
Lúcia Maria Alcântara de Medeiros
Marcos José de Oliveira
Maria de Fátima Gomes Prates
Maria Tereza Barros Viana
Mayra Pereira de Melo Amboni
Vitória Regina Bezerra
Wátila Portela Machado

Diretoria de Qualidade Ambiental
Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental
SCEN, Trecho 2, Edifício-Sede do Ibama
CEP 70818-900 – Brasília-DF
Telefones: (61) 3316-1485 e (61) 3316-1198
E-mail: rqma@ibama.gov.br
http://www.ibama.gov.br/rqma

Edição

Centro Nacional de Informação Ambiental (Cnia)
SCEN Trecho 2, Bloco C, Subsolo, Edifício-Sede do Ibama
70818-900 – Brasília, DF – Telefone (61) 3316-1205
http://www.ibama.gov.br/cnia/

Coordenação Editorial
Paulo Luna

Revisão
Maria José Teixeira
Vitória Rodrigues
Enrique Calaf

Projeto Gráfico
Lavoisier Salmon Neiva
Marcos José de Oliveira
Paulo Luna

Capa
Marcos José de Oliveira

Normalização Bibliográfica
Helionidia C. Oliveira

Catalogação na Fonte
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

I59r Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Relatório de Qualidade do Meio Ambiente – RQMA: Brasil 2013 / Diretoria de Qualidade Ambiental. – Brasília: Ibama, 2013.
268 p.

ISBN 978-85-7300-363-5

1. Relatório. 2. Meio ambiente. 3. Qualidade ambiental. I. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. II. Diretoria de Qualidade Ambiental. III. Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental. IV. Título.

CDU(2.ed.)502.175

Resumo do Conteúdo

Instituições Colaboradoras 13

Introdução 15

Capítulo 1 Atmosfera 19

Capítulo 2 Água 61

Capítulo 3 Terra 93

Capítulo 4 Biodiversidade 123

Capítulo 5 Florestas 189

Capítulo 6 Ambiente Costeiro e Marinho 217

Capítulo 7 Ambiente Urbano 241

Sumário

Instituições Colaboradoras 13

Introdução 15

Capítulo 1 - Atmosfera 19

1.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS 19

1.1.1 Aquecimento Global Antropogênico 19
1.1.1.1 Aumento da Temperatura Média Global 20
1.1.1.2 Elevação do Nível Médio do Mar 20
1.1.1.3 Índices Extremos de Precipitação 21
1.1.1.4 Acidificação dos Oceanos 21
1.1.1.5 Impactos na Biodiversidade 22
1.1.1.6 Impactos na Saúde Humana 22

1.1.2 Emissões de Gases de Efeito Estufa 22
1.1.2.1 Queimadas e Incêndios Florestais 23
1.1.2.2 Desmatamento 23
1.1.2.3 Agricultura e Energia 24

1.1.3 Políticas e Ações de Combate à Mudança do Clima 25
1.1.3.1 Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) 25
1.1.3.2 Protocolo de Quioto 25
1.1.3.3 Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) 26
1.1.3.4 Ações de Mitigação 27
1.1.3.5 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) 28
1.1.3.6 Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) 28
1.1.3.7 Ações de Adaptação 29
1.1.3.8 Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) 29
1.1.3.9 Fundo Amazônia 29

1.2 CAMADA DE OZÔNIO 30

1.2.1 Buraco da Camada de Ozônio 30
1.2.1.1 Convenção de Viena 30
1.2.1.2 Protocolo de Montreal 30
1.2.1.3 Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) 30

1.2.2 Consumo de SDOs no Brasil e Ações para a sua Eliminação 31
1.2.2.1 Clorofluorcarbonos (CFCs) 32
1.2.2.2 Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) 32

1.2.2.3 Brometo de Metila 33
1.2.2.4 Halons 34
1.2.3 Políticas e Ações de Controle de SDOs 34
1.2.3.1 Plano Nacional de Eliminação dos CFCs (PNC) 35
1.2.3.2 Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura 36
1.2.3.3 Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) 36
1.2.3.4 Ações de Controle Executadas no Brasil 36
1.2.3.5 Resultados das Ações de Controle das SDOs 38
1.3 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA 39
1.3.1 Poluentes Atmosféricos e seus Impactos 39
1.3.1.1 Problemas Respiratórios e Outros 39
1.3.1.2 Queima de Biomassa e Saúde Humana 40
1.3.2 Fontes de Poluição do Ar 40
1.3.2.1 Emissões de Fontes Fixas 40
1.3.2.2 Emissões de Fontes Móveis 41
1.3.2.3 Emissões de Fontes Agrossilvipastoris 44
1.3.3 Padrões de Qualidade e Limites de Poluentes 44
1.3.3.1 Padrões de Qualidade do Ar 44
1.3.3.2 Limites Máximos de Emissões de Poluentes 45
1.3.4 Políticas e Ações de Controle da Poluição Atmosférica 45
1.3.4.1 Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) 45
1.3.4.2 Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA) 45
1.3.4.3 Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar) 45
1.3.4.4 Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) 46
1.3.4.5 Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot) 46
1.3.4.6 Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso (Programas de I/M) 46
1.3.4.7 Inventário de Emissões de Poluentes do Ar por Fontes Móveis 49
1.3.4.8 Nota Verde 49
1.3.4.9 Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar (Vigiar) 49
1.3.4.10 Gestão da Qualidade do Ar no Brasil 50
1.3.4.11 Monitoramento da Qualidade e Poluição do Ar 51
REFERÊNCIAS 55

CAPÍTULO 2 - ÁGUA **61**

2.1 DISPONIBILIDADES E USOS 61
2.1.1 Águas Superficiais 61
2.1.2 Águas Subterrâneas 62
2.2 DEMANDAS 64
2.3 QUALIDADE DAS ÁGUAS 66
2.3.1 Panorama da Qualidade das Águas 66

2.3.2 Comparação de Parâmetros de Qualidade com Classes de Enquadramento....69
2.3.3 Análise Histórica da Situação em Algumas Bacias Brasileiras....71
2.4 BALANÇO QUALI-QUANTITATIVO....72
2.4.1 Balanço Quantitativo....72
2.4.2 Balanço Qualitativo....75
2.4.3 Bacias com Estresse Hídrico – Quantidade e Qualidade....77
2.5 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS....80
2.5.1 Estrutura do Singreh....80
2.5.2 Organismos de Bacia Hidrográfica (Comitês e Agências)....81
2.6 INSTRUMENTOS DA PNRH....83
2.6.1 Planos de Recursos Hídricos....83
2.6.2 Enquadramento dos Corpos D'água....85
2.6.3 Outorga de Uso da Água....87
2.6.4 Cobrança....87
REFERÊNCIAS....89

CAPÍTULO 3 - TERRA 93

3.1 USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS....93
3.1.1 Dinâmica Espacial Recente no Uso e Ocupação das Terras....94
3.2 DEGRADAÇÃO E EROSÃO DOS SOLOS....107
3.2.1 A Evolução do Combate à Erosão....107
3.2.2 A Desertificação e a Arenização no Brasil....109
3.2.3 As Emissões de Gases de Efeito Estufa Associadas ao Uso dos Solos Agrícolas....110
3.2.4 O Uso de Agrotóxicos no Brasil....111
3.2.5 Exposição Humana a Solos Contaminados por Substâncias Químicas....113
3.3 GESTÃO AMBIENTAL TERRITORIAL E A EMERGÊNCIA DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL....115
3.3.1 A Importância do Zoneamento Ecológico-Econômico....115
3.3.2 Políticas Públicas para o Desenvolvimento Rural Sustentável....116
REFERÊNCIAS....118

CAPÍTULO 4 - BIODIVERSIDADE 123

4.1 ESTADO DO CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA....123
4.1.1 A Biodiversidade em Números....123
4.1.1.1 Diversidade de Espécies na Zona Costeira e Marinha....125
4.1.1.2 Biodiversidade Aquática Continental....125
4.1.2 Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros....126
4.1.3 Áreas Cársticas....129
4.1.4 Zonas Úmidas....131
4.1.5 Manguezais....137
4.1.6 Recifes de Coral....138
4.1.7 Recursos Genéticos....139
4.2 AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE....140
4.2.1 Perda de Hábitat, Fragmentação e Deterioração de Ecossistemas....140
4.2.1.1 Desmatamento....141
4.2.1.2 Queimadas e Incêndios....141
4.2.1.3 Perda de Espécies Associadas ao Patrimônio Espeleológico....142

4.2.2 Alteração na Estrutura dos Ecossistemas, das Comunidades e das Populações 146
4.2.2.1 Espécies Invasoras 146
4.2.2.2 Tráfico de Animais Silvestres 149
4.2.2.3 Biopirataria e Não Repartição dos Benefícios da Biodiversidade 152
4.2.3 Espécies Ameaçadas da Biodiversidade 153
4.2.3.1 Espécies da Flora Ameaçadas 153
4.2.3.2 Espécies da Fauna Ameaçadas 156
4.3 GESTÃO E USO DA BIODIVERSIDADE 161
4.3.1 Unidades de Conservação da Natureza 161
4.3.2 Unidades de Conservação não Cadastradas no Cnuc 164
4.3.3 Implementação das Unidades de Conservação 164
4.3.4 Outras Áreas Protegidas 166
4.3.4.1 Áreas Protegidas não Previstas no Snuc 166
4.3.4.2 Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal 167
4.3.4.3 Terras Indígenas 168
4.3.5 Áreas Protegidas e Cavidades Naturais Subterrâneas 169
4.3.6 Planos de Ação para a Conservação de Espécies e Ecossistemas 171
4.3.6.1 Planejamento da Conservação das Espécies da Flora do Brasil 171
4.3.6.2 Planejamento da Conservação das Espécies da Fauna do Brasil 171
4.3.6.3 Programa de Conservação dos Recifes de Coral Brasileiros 172
4.3.6.4 Ações para a Conservação do Patrimônio Espeleológico e Espécies Associadas 172
4.3.6.5 Planos de Combate ao Desmatamento 173
4.3.7 Mecanismos Financeiros e Benefícios da Conservação da Biodiversidade 174
4.3.8 Regulação do Uso da Fauna 176
4.4 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A BIODIVERSIDADE 179
4.4.1 Revisão e Atualização da Estratégia Brasileira da Biodiversidade 179
4.4.2 Aumento da Repartição dos Benefícios da Biodiversidade pelo seu Uso 179
4.4.3 Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade Brasileira 180
REFERÊNCIAS 182

CAPÍTULO 5 - FLORESTAS **189**

5.1 AS FLORESTAS NO MUNDO 189
5.1.1 Cobertura Florestal Brasileira 190
5.1.2 Estoque de Biomassa e Carbono nas Florestas 191
5.1.3 Propriedade das Florestas 191
5.2 MANEJO E USO DOS RECURSOS FLORESTAIS 192
5.2.1 Manejo Florestal Sustentável 192
5.2.1.1 Manejo Florestal Sustentável da Amazônia 192
5.2.1.2 Concessão em Florestas Públicas 192
5.2.1.3 Manejo Florestal Sustentável da Caatinga 192
5.2.1.4 Manejo Florestal Comunitário 193
5.2.1.5 Manejo Florestal Comunitário na Amazônia 194
5.2.1.6 Manejo Florestal Comunitário na Caatinga 194
5.2.2 Certificação Florestal 194
5.3 DESTINAÇÃO DAS FLORESTAS DO BRASIL 195
5.4 QUALIDADE DA PRODUÇÃO FLORESTAL 195
5.4.1 Produtos Florestais Madeireiros 195
5.4.1.1 Florestas na Matriz Energética 196

5.4.1.2 Número de Espécies Utilizadas 197
5.4.1.3 Origem da Madeira Legal 197
5.4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros 197
5.4.2.1 Produtos Florestais Não Madeireiros Extraídos de Florestas Naturais 197
5.4.2.2 Produtos Florestais Não Madeireiros Extraídos de Florestas Plantadas 199
5.5 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS 200
5.6 DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO DAS FLORESTAS 200
5.6.1 Desmatamento nos Biomas Brasileiros 201
5.6.1.1 Amazônia 201
5.6.1.2 Cerrado 202
5.6.1.3 Pantanal 202
5.6.1.4 Caatinga 202
5.6.1.5 Mata Atlântica 202
5.6.1.6 Pampa 202
5.6.2 Políticas Públicas para o Combate ao Desmatamento 203
5.6.2.1 O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM) 203
5.6.2.2 O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) 204
5.6.3 Queimadas e Incêndios Florestais 205
5.6.3.1 Monitoramento e Controle 205
5.6.3.2 Causas dos Incêndios e Medidas Mitigadoras 207
5.7 RECUPERAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL 207
5.7.1 Recuperação das Áreas Degradadas 207
5.7.2 Regularização Ambiental de Propriedades Rurais 209
5.8 REPOSIÇÃO FLORESTAL 210
REFERÊNCIAS 212

Capítulo 6 - Ambiente Costeiro e Marinho 217

6.1 CARACTERIZAÇÃO NATURAL 218
6.1.1 Recifes de Coral 218
6.1.2 Manguezais 218
6.1.3 Dunas 219
6.1.4 Restingas 219
6.1.5 Marismas 219
6.1.6 Praias 219
6.1.7 Banhados e Áreas Alagadas 220
6.1.8 Costões Rochosos 220
6.1.9 Estuários 220
6.1.10 Lagunas 220
6.2 DINÂMICA POPULACIONAL 220
6.3 RISCO E VULNERABILIDADE 225
6.3.1 Risco Ambiental 225
6.3.1.1 Risco Natural 225
6.3.1.2 Risco Social 228
6.3.1.3 Risco Tecnológico 230
6.3.2 Produção *Offshore* de Petróleo e Gás 230
6.4 GESTÃO AMBIENTAL 232
6.4.1 A Gestão Costeira no Brasil 233
6.4.2 Unidades de Conservação em ambientes costeiros e marinhos 235
REFERÊNCIAS 237

7.1 SITUAÇÃO DO AMBIENTE URBANO 241

7.1.1 Evolução da Urbe 241
7.1.2 Transporte 243
7.1.3 Abastecimento e Saneamento Ambiental 244
7.1.4 Geração e Destinação de Resíduos Sólidos 245

7.2 IMPACTO NO AMBIENTE URBANO 248

7.2.1 Áreas Verdes, Áreas Impermeabilizadas e Microclima Urbano 248
7.2.2 Habitação e Ocupação 249
7.2.3 Resíduos Sólidos Urbanos 249
7.2.4 Contaminação do Solo e Saúde Humana 251
7.2.5 Água, Esgoto e os Rios Urbanos 251
7.2.6 Saneamento Ambiental e Saúde Humana 253
7.2.7 Transporte e Trânsito 254
7.2.8 Poluição Atmosférica e Saúde Humana 256
7.2.9 Acidentes Ambientais no Transporte Rodoviário 257

7.3 QUALIDADE NO AMBIENTE URBANO 259

7.3.1 Investimentos em Habitação 259
7.3.2 Investimentos em Saneamento 260
7.3.3 Investimentos em Mobilidade Urbana 261
7.3.4 Programa Cidades Sustentáveis 262

7.4 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O AMBIENTE URBANO 263

REFERÊNCIAS 268

RQMA

BRASIL 2013

Instituições Colaboradoras

Agência Estadual de Meio Ambiente – Pernambuco	CPRH/PE
Agência Nacional de Águas	ANA
Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais	ABRELPE
Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente	ABEMA
Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente	ANAMMA
Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	CETESB
Conselho de Políticas e Gestão de Meio Ambiente – Ceará	CONPAM/CE
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	EMBRAPA
Fundação Estadual de Proteção Ambiental – Rio Grande do Sul	FEPAM/RS
Fundação Oswaldo Cruz	FIOCRUZ
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	IBGE
Instituto Brasília Ambiental – Distrito Federal	IBRAM/DF
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	INSTITUTO CHICO MENDES
Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente – Rio Grande do Norte	IDEMA/RN
Instituto de Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado do Amapá	IEPA/AP
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada	IPEA
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro	JBRJ
Instituto do Meio Ambiente – Alagoas	IMA/AL
Instituto Estadual de Meio Ambiente – Rio de Janeiro	IEMA/RJ
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Espírito Santo	IEMA/ES
Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro	INEA/RJ
Instituto Max Planck para a História da Ciência	INSTITUTO MAX PLANCK
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas	INAU
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	INPE
Marinha do Brasil	MB
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	MAPA
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	MCTI
Ministério da Saúde	MSAÚDE
Ministério das Cidades	MCIDADES
Ministério do Meio Ambiente	MMA
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão	MP
Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Pernambuco	SECTMA/PE
Secretaria de Estado de Meio Ambiente – Mato Grosso	SEMA/MT
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Minas Gerais	SEMAD/MG
Secretaria de Estado do Meio Ambiente – Pará	SEMA/PA
Secretaria de Estado do Meio Ambiente – São Paulo	SMA/SP
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Alagoas	SEMARH/AL
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Sergipe	SEMARH/SE
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Paraná	SEMARH/PR
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – Maranhão	SEMA/MA
Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina	SPG/SC
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Bahia	SEMA/BA
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais – Piauí	SEMAR/PI
Serviço Florestal Brasileiro	SFB
Serviço Geológico do Brasil	CPRM
Superintendência de Administração do Meio Ambiente – Paraíba	SUDEMA/PB
Universidade de Brasília	UnB
Universidade de São Paulo	USP
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS
Universidade Federal de Viçosa	UFV

INTRODUÇÃO

O Relatório de Qualidade do Meio Ambiente (RQMA) é um documento técnico, multissetorial, multitemático, que apresenta o estado da qualidade do meio ambiente, sua conservação, preservação e utilização, e que tem por objetivo disseminar informações para o conhecimento da sociedade e apoiar a implementação e o desenvolvimento de políticas públicas nacionais, direta ou indiretamente relacionadas com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, definiu a PNMA e instituiu o RQMA como um de seus instrumentos. O RQMA encontra-se em consonância com outros princípios, objetivos e instrumentos da PNMA, especialmente aqueles relacionados às informações ambientais. O inciso V do art. 4º, da Lei nº 6.938/81, dispõe que a PNMA visa à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico. Além disso, ainda no art. 9º, incisos VII e XI, do referido diploma legal, foi instituído o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima) e a garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente, obrigando o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes.

Durante a fase de elaboração, o Ibama estabeleceu um processo participativo, no âmbito interno, com suas diretorias, centros especializados e superintendências e, externamente, com diversos órgãos governamentais e não governamentais, instituições de ensino superior e centros de pesquisa que disponibilizaram dados e informações relevantes e pessoal técnico qualificado para a elaboração dos conteúdos dos capítulos temáticos, além de contribuição eventual nas etapas de redação e revisão.

Com a participação ampla das parcerias efetivadas, que reuniu aproximadamente 200 profissionais, de mais de 50 instituições, buscou-se refletir e avaliar o estado da qualidade ambiental do Brasil com um enfoque transversal na sustentabilidade.

É nesse contexto que a iniciativa de elaboração do RQMA Brasil 2013 se insere, coadunando-se com a necessidade de se consolidar informações com ênfase no uso, na conservação e na gestão dos recursos naturais, identificando as pressões, o estado, os impactos no meio ambiente, bem como as respostas políticas às implicações advindas das alterações na qualidade ambiental do País.

A proposta metodológica orientadora e que constitui a estrutura conceitual do RQMA Brasil 2013 baseou-se no modelo *DPSIR (Driving Forces, Pression, State, Impact, Response)* – traduzido como força-motriz, pressão, estado, impacto, resposta. Pressões ambientais geram impacto e alteram o estado e a qualidade do meio ambiente. As respostas referem-se às políticas e ações adotadas para reverter o estado alterado do meio ambiente. Utilizada na maioria dos relatórios sobre o estado do meio ambiente de diversos países, a metodologia *DPSIR* permite retratar, de forma didática e objetiva, as condições ambientais do determinado espaço num recorte temporal específico.

Por sua vez, verifica-se no conteúdo do RQMA Brasil 2013 a existência de um conjunto de indicadores já definidos e sistematizados, conforme divisão temática por capítulos, que pode orientar a elaboração dos próximos relatórios de qualidade ambiental, como apresentado a seguir:

- Atmosfera (emissão de gases de efeito estufa; consumo de substâncias que destroem a camada de ozônio; concentração e emissão de poluentes atmosféricos; índice de qualidade do ar; padrões de qualidade e limites de poluentes).
- Água (relação entre demanda total e oferta de água superficial; capacidade de assimilação dos corpos d'água ao lançamento de esgotos; disponibilidade hídrica; índice de qualidade das águas).
- Terra (consumo de fertilizantes/agrotóxicos/defensivos agrícolas; uso e ocupação das terras; áreas contaminadas; desertificação/arenização/erosão).
- Biodiversidade (cobertura vegetal nativa remanescente; taxa de desmatamento; cobertura territorial das unidades de conservação; áreas protegidas e cavidades naturais subterrâneas; perda de hábitat, fragmentação e deterioração de ecossistemas; espécies da fauna ameaçadas de extinção).
- Florestas (área de floresta pública sob concessão florestal; desmatamento, queimadas e incêndios florestais; manejo e uso dos recursos florestais; qualidade da produção florestal madeireira e não madeireira).
- Ambiente Costeiro e Marinho (população total em áreas costeiras; percentual da população brasileira residente na zona costeira; taxa de crescimento populacional; densidade demográfica; população costeira exposta a risco social; sensibilidade ambiental ao óleo; número e percentual de áreas protegidas em unidades de conservação costeiras e marinhas; instrumentalização dos estados costeiros).
- Ambiente Urbano (coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos; esgoto tratado por volume de água distribuída; saneamento ambiental e saúde humana; investimento em saneamento; acidentes ambientais no transporte rodoviário).

Organizado tematicamente, o RQMA Brasil 2013 está estruturado em sete capítulos inter-relacionados em dois grandes blocos: esferas ambientais – que abrange os grandes componentes do meio ambiente (atmosfera, água, terra, biodiversidade e florestas); e recortes espaciais – que trata de espaços territoriais de interesse para a gestão ambiental (ambiente costeiro e marinho; e ambiente urbano).

A forma como os capítulos estão estruturados almeja: mostrar as tendências nas condições do ambiente, nas implicações e nos impactos diante de fatores como os ecossistemas, economia e saúde humana (o que está acontecendo?); identificar as causas, diretas ou indiretas, das mudanças observadas (por que está acontecendo?); avaliar as mudanças ambientais, sociais e econômicas que puderam ser notadas ou esperadas (que mudanças são percebidas?); e identificar as respostas políticas e sociais às implicações advindas da alteração do estado do meio ambiente, bem como avaliar a efetividade dessas respostas relativas às ações em curso (quais as respostas e quão efetivas são?). O RQMA Brasil 2013 pretende trazer respostas a esse conjunto de perguntas, por meio de uma abordagem simples e apoiada em indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável disponíveis.

Ao organizar e disponibilizar informações sobre o meio ambiente do Brasil, o Ibama contribui para a transparência no setor ambiental, a participação da sociedade no processo de tomada de decisão e a formulação e execução de políticas públicas que afetam, direta ou indiretamente, a qualidade ambiental.



Vanessa Espíndola



Atmosfera

CAPÍTULO 1

Equipe Técnica

Coordenação

Marcos José de Oliveira – Ibama

Redação

Caio Alvarez Marcondes dos Santos – Ibama
Eduardo Souza Soares – Ibama
Euler Martins Lage – MMA
Flávia Kariny Pereira Mota – Ibama
Flávia Lemos Sampaio Xavier – Ibama
Frank Edney Gontijo Amorim – MMA
João Bosco Dias – MMA
Karen Suassuna – MMA
Leandro Perrier de Faria Valentim – MMA
Magna Leite Luduvice – MMA
Marcos Heil Costa – MCTI
Marcos José de Oliveira – Ibama
Miriam Cristina Leone Potzernheim – Ibama
Natalie Unterstell – MMA

Colaboração

Adriano Santhiago de Oliveira – MMA
Alex Christian Kamber – MMA
Flávia Santini Leite – Ibama
Karen Silverwood-Cope – MMA
Mariana Midori Nakashima – Ibama
Neusa Maria Paes Leme – Inpe
Nivalda dos Santos Almeida – Ibama
Paulo Cesar de Macedo – Ibama
Sérgio Ferreira Cortizo – MMA

Conteúdo

Mudanças Climáticas

- Aquecimento Global Antropogênico
- Emissões de Gases de Efeito Estufa
- Políticas e Ações de Combate à Mudança do Clima

Camada de Ozônio

- Buraco da Camada de Ozônio
- Consumo de SDOs no Brasil e Ações para a sua Eliminação
- Políticas e Ações de Controle de SDOs

Poluição Atmosférica

- Poluentes Atmosféricos e seus Impactos
- Fontes de Poluição do Ar
- Padrões de Qualidade e Limites de Poluentes
- Políticas e Ações de Controle da Poluição Atmosférica

1 Atmosfera

A atmosfera, sistema natural gasoso, dinâmico e complexo, é composta por uma mistura de gases e partículas essenciais para a sustentação da vida na Terra. O nitrogênio e o oxigênio juntos compõem 99,03% da atmosfera. O restante é composto por moléculas conhecidas como gases-traço, que, apesar de suas baixas concentrações na atmosfera, são de extrema relevância para a vida no planeta.

A atmosfera é dividida, de acordo com a temperatura, em cinco camadas distintas, sendo a troposfera e a estratosfera (as duas mais próximas à superfície) as mais importantes do ponto de vista climático e de interferência na vida terrestre. Na estratosfera, camada de ar compreendida entre cerca de 10 e 50 km de altitude, o gás-traço de maior relevância para a vida é o ozônio (O_3). Já na troposfera, camada de ar que se estende do solo até cerca de 12 km de altitude, um dos gases-traço mais importantes é o dióxido de carbono (CO_2).

O O_3 estratosférico é vital para a proteção da biosfera contra os efeitos prejudiciais da radiação ultravioleta do Sol. Uma diminuição na concentração de O_3 pode resultar em danos aos organismos vivos e aos ecossistemas. Já o CO_2 é importante por reter a radiação termal na baixa atmosfera, mantendo-a aquecida por meio do mecanismo conhecido como efeito estufa, de tal modo que garante uma temperatura propícia à vida. Porém, o aumento da concentração de CO_2 pode conduzir a um processo de aquecimento global com severos impactos climáticos e, consequentemente, a uma série de implicações negativas aos ecossistemas e às atividades humanas.

Tanto o O_3 quanto o CO_2 estão intimamente ligados às mudanças observadas na atmosfera ao longo das últimas décadas. Medições confirmam que, nesse período, a concentração do O_3 estratosférico diminuiu consideravelmente, enquanto a concentração de CO_2 na troposfera teve aumento expressivo. Tais alterações são oriundas de atividades humanas e têm afetado a estabilidade natural das funções essenciais desempenhadas por esses dois gases na atmosfera.

Além dos impactos associados ao O_3 e ao CO_2, é igualmente importante considerar a poluição provocada pelo aumento da concentração de certos gases-traço e partículas em suspensão na atmosfera. A concentração desses poluentes é maior em regiões próximas à superfície terrestre (baixa troposfera), justamente onde boa parte da vida se concentra. Acima de níveis considerados seguros, podem prejudicar significativamente os seres vivos em geral, bem como a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

Em três seções distintas – mudanças climáticas, camada de O_3 e poluição atmosférica – este capítulo abordará os principais impactos das mudanças observadas e as respectivas respostas (políticas e ações) para mitigação dos efeitos negativos.

1.1 Mudanças Climáticas

A matriz energética utilizada para o crescimento econômico mundial experimentado no último século baseia-se no consumo de combustíveis fósseis e exerce grande pressão sobre o meio ambiente em relação ao aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) por fontes antropogênicas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), em seu Quarto Relatório de Avaliação (IPCC, 2007), afirma que é muito provável[1] que a maior parte do aumento nas temperaturas médias globais, desde meados do século XX, deva-se ao aumento observado nas concentrações antrópicas de GEEs. Há grande probabilidade de o incremento na concentração de GEEs causar aquecimento global e, além disso, induzir mudanças em outras variáveis climáticas como alterações no regime, na quantidade e na distribuição das chuvas.

Segundo dados de 2005 do *World Resources Institute* (WRI, 2011), o Brasil é o quarto maior emissor de GEEs no mundo[2]. Ao contrário dos países desenvolvidos, onde a principal fonte de emissão é o uso para fins energéticos, com base em combustíveis fósseis, a maior parcela das emissões líquidas brasileiras de CO_2 é oriunda da mudança do uso da terra, em particular da conversão de florestas (desmatamento) para outros usos. As emissões referentes à mudança do uso

[1] Mais de 90% de probabilidade.

[2] Deve-se observar que os *rankings* de emissões de gases de efeito estufa geralmente são pontuais para determinado ano ou curto período de tempo e não levam em consideração a responsabilidade histórica dos países desenvolvidos com relação à contribuição para o aumento da temperatura média global da superfície da Terra. Assim, segundo o *WRI*, no período entre 1850 e 2005, considerando as emissões de CO_2 do setor de energia, os países do Anexo I da CQNUMC (países desenvolvidos mais o Leste Europeu) contribuíram com 75% para o aumento da temperatura média global, enquanto a participação dos países não incluídos no Anexo I da CQNUMC (países em desenvolvimento) foi de 25%. O Brasil contribuiu com 0,8%.

da terra e florestas totalizaram, em 2005, 1.258.626 toneladas de CO_2, 77% das emissões nacionais desse gás. Ao se considerar outros GEEs, as emissões referentes à mudança do uso da terra e florestas totalizaram, em 2005, 1.329.053 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2eq), reduzindo a participação desse setor para 61% das emissões nacionais.

Representando apenas 1,2% das emissões mundiais de CO_2 provenientes da queima de combustível, a parcela das emissões desse gás pelo uso de combustíveis fósseis no Brasil é relativamente pequena. Tal aspecto deve-se ao fato de a matriz energética brasileira ser caracterizada pela alta participação de energia renovável[3], predominantemente, a partir de usinas hidrelétricas, do uso de álcool no transporte e do bagaço de cana-de-açúcar e carvão vegetal nas indústrias.

Considerando esses fatos, a instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima, criada pela Lei nº 12.187/2009 e regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010, estabeleceu como compromisso nacional voluntário ações voltadas à mitigação das emissões de GEEs, com vistas a reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões projetadas até 2020. Para atingir essa meta, entre as principais ações de mitigação, destaca-se o objetivo de redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal, em relação à média verificada entre os anos de 1996 e 2005, e a redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no bioma Cerrado em relação à média verificada entre 1999 e 2008.

1.1.1 Aquecimento Global Antropogênico

O aquecimento global antropogênico é decorrente da intensificação do efeito estufa natural, principalmente devido ao aumento da concentração de gases responsáveis pelo fenômeno na atmosfera, resultando no aumento da temperatura média global da superfície terrestre e dos oceanos.

Os principais GEEs de origem antropogênica são o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), sendo também importantes – devido ao alto potencial de aquecimento global e reconhecidos pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) – os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6).

1.1.1.1 Aumento da Temperatura Média Global

Segundo o Quarto Relatório do IPCC, o aumento das emissões e das concentrações atmosféricas dos GEEs antropogênicos, desde o século 19, com destaque para o CO_2 (Figura 1.1), é o principal responsável pela elevação da temperatura na superfície terrestre, em aproximadamente 0,74 °C ± 0,18 °C, durante o século 20 (Figura 1.2). (IPCC, 2007).

Cálculos baseados em modelos matemáticos indicam cenários com tendência de aumento na temperatura média do planeta para o final do século 21, com valores que variam entre 1,0 °C e 6,4 °C até o ano de 2100, de acordo com os diferentes níveis de emissões de GEEs.

1.1.1.2 Elevação do Nível Médio do Mar

O nível médio do mar vem aumentando a taxas relativamente constantes desde o ápice da última Era Glacial, sendo que o planeta encontra-se em período interglacial de aquecimento natural. Entretanto, a intensificação do efeito estufa pode estar acelerando tanto o aumento do nível médio dos mares quanto o aquecimento natural.

Além do já citado aumento da temperatura da superfície terrestre, o Quarto Relatório do IPCC indicou também o aumento no nível médio do mar (Figura 1.3), devido a dois fatores: o derretimento das geleiras continentais, principalmente da

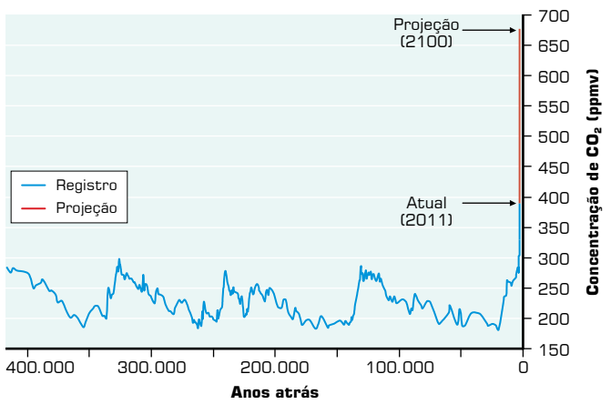


Figura 1.1 Registro dos últimos 400 mil anos da concentração de CO_2 na atmosfera e projeção para o século 21.

Fonte: Adaptado de IPCC (2007)

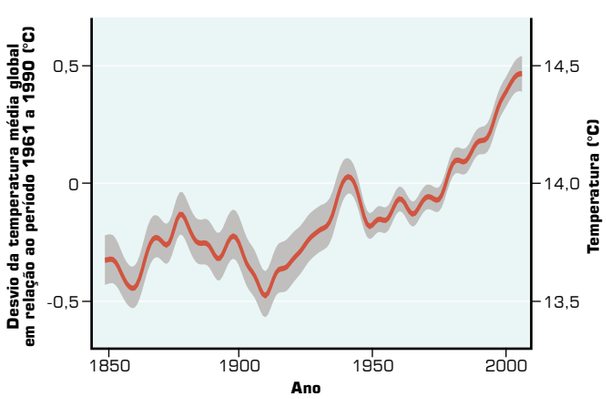


Figura 1.2 Variação da temperatura média global na superfície terrestre desde 1850.

Fonte: Adaptado de IPCC (2007)

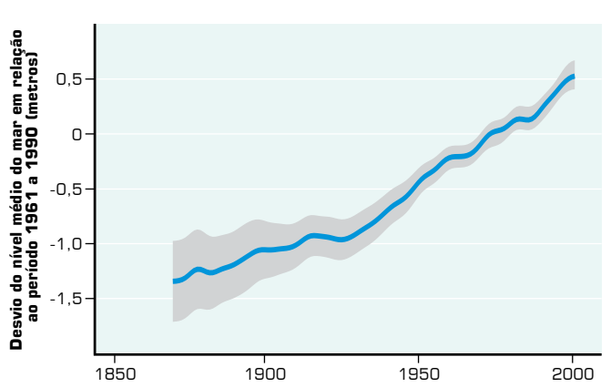


Figura 1.3 Variação global do nível médio do mar desde 1870.

Fonte: Adaptado de IPCC (2007)

[3] No Brasil, cerca de 45% da oferta interna de energia advém de fontes renováveis, bem acima da média mundial (13%) e dos países desenvolvidos (7%).

Groelândia, e a expansão térmica das massas de água. O aumento do nível dos mares foi 0,17 metro durante o último século e estima-se que poderá haver aumento adicional de 0,2 a 0,6 metro neste século (IPCC, 2007). Estudos recentes mostram, também, que as temperaturas mais elevadas estão diminuindo a absorção de CO_2 em grande área no Atlântico Norte subtropical quando observada a série histórica entre 1981 e 2009, o que confirma a continuidade e a intensificação das tendências supramencionadas (AGÊNCIA FAPESP, 2011a).

1.1.1.3 Índices Extremos de Precipitação

No somatório de fatores que conduzem ao aquecimento global, o Quarto Relatório do IPCC indica que poderão ser observadas variações e modificações no clima global e outros eventos climáticos, como períodos mais prolongados de secas; chuvas com índices pluviométricos elevados e tempestades mais intensas e frequentes; picos de calor mais fortes durante os dias de verão, entre outros efeitos adversos.

Nos ambientes urbanos, os atuais modelos climáticos atestam as tendências projetadas em relação às mudanças de temperatura. Estima-se o aumento no número de noites e dias quentes e a diminuição no número de noites e dias frios. Contudo, há diferenças nas projeções da distribuição espacial das mudanças, principalmente relacionadas a índices extremos de precipitação, cuja confiabilidade dos modelos demonstra-se bastante baixa.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) e a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) são exemplos críticos de regiões densamente habitadas e vulneráveis a eventos extremos de chuva. Elas concentram mais de 36 milhões de habitantes (cerca de 20% da população do País) e sofrem constantemente os efeitos dos extremos de precipitação que causam enchentes, deslizamentos de terra e perda de vidas. Entre 1930 e 2000, a frequência e a intensidade das chuvas aumentaram nas regiões Sudeste, Sul e parte do Centro-Oeste. A Figura 1.4 mostra a intensificação desses eventos na cidade de São Paulo.

Projeções baseadas em modelos indicam, para a RMSP, tendência de manutenção e intensificação dos efeitos adversos já observados atualmente, decorrentes de eventos climáticos extremos atrelados ao uso e ocupação inadequados de zonas suscetíveis a enchentes, inundações e desmoronamentos. Os estudos sugerem que, para o período entre 2070 e 2100, uma elevação média na temperatura na RMSP de 2 °C a 3 °C poderá dobrar o número de dias com chuvas intensas (acima de 10 milímetros) na capital paulista (NOBRE et al., 2010).

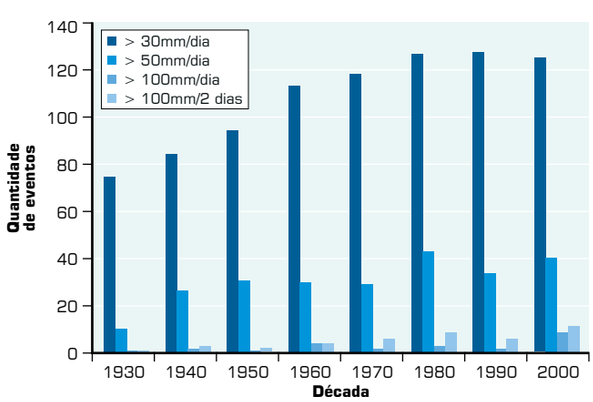


Figura 1.4 Quantidade de eventos extremos de precipitação na cidade de São Paulo, por década.
Fonte: Adaptado de Nobre et al. (2010)

1.1.1.4 Acidificação dos Oceanos

Além de absorver cerca de 80% do calor acrescido ao sistema climático (IPCC, 2007), os oceanos são também um grande sumidouro de carbono. À medida que a concentração de GEEs aumenta na atmosfera, grande parte do excesso é absorvido pelas massas de água, devido à diferença de concentração. Quando em solução, o CO_2 reage com a água para formar o ácido carbônico e, em seguida, dissociar-se em íon hidrogênio e bicarbonato. O aumento do íon hidrogênio em solução aumenta a acidez do meio, deflagrando um fenômeno denominado "acidificação dos oceanos", que pode causar perdas significativas à biodiversidade.

Os recifes de coral enfrentam diversas ameaças, entre elas destaca-se o "branqueamento" devido às altas temperaturas do mar, resultantes das mudanças climáticas e da acidificação dos oceanos pela maior concentração de CO_2 dissolvido. Prevê-se que a acidificação poderá diminuir drasticamente a calcificação de muitos organismos marinhos, não só dos corais, mas inclusive de moluscos e de outras espécies. Esse fato ocorre devido à diminuição da disponibilidade dos íons carbonatos necessários à construção de esqueletos dos seres marinhos. Além disso, ao reduzir a taxa de fotossíntese de algas simbióticas, estas são eliminadas e os corais perdem, então, sua principal fonte de energia, levando a sua mortalidade e ao desequilíbrio em toda cadeia ecossistêmica (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2010).

Se as concentrações de CO_2 ultrapassarem 450 partes por milhão (ppm) e se houver aumento médio de 2 °C a 3 °C da temperatura, os recifes podem ser o primeiro ecossistema funcionalmente extinto. Algumas previsões alertam que tal fato pode ocorrer em 20 anos, se mantidas as taxas atuais de emissões de GEEs (BRASIL, 2010a).

Os recifes de coral no Brasil também são afetados por ameaças relacionadas às mudanças climáticas globais e outras atividades humanas, como o crescimento irregular das cidades costeiras e a poluição. Em parceria com iniciativas de universidades e instituições nacionais e internacionais, incluindo o *International Coral Reef Initiative* (ICRI), o Governo brasileiro monitora e minimiza impactos das mudanças climáticas, por meio da otimização das unidades de conservação, sobre os diferentes tipos de usos desses recursos. Essas iniciativas identificaram, de 1998 a 2005, eventos de longa duração das anomalias térmicas da água do mar de 1 °C, ou mais, responsáveis por mais de 30% do branqueamento sincronizado, em larga escala, nos recifes costeiros do Brasil. Embora os eventos de branqueamento, inclusive na área em alto-mar de Abrolhos, sul da Bahia, e a ocorrência de doenças não tenham ainda provocado mortalidade em massa desses corais, esses distúrbios constituirão grave ameaça que poderá levá-los a patamares elevados de degradação (LEÃO, 2010).

1.1.1.5 Impactos na Biodiversidade

Inúmeras pesquisas nacionais se ocupam em responder como as mudanças climáticas atuais podem impactar a rica biodiversidade nacional. Até o momento, no Brasil, apenas na Amazônia e na Zona Costeira e Marinha foram listadas espécies oficialmente ameaçadas de extinção pelos efeitos negativos das mudanças climáticas recentes. Trata-se de uma espécie na Amazônia e de cinco espécies costeiras e marinhas. No cômputo geral, as mudanças climáticas representam 1% dos principais fatores de ameaça à fauna brasileira, enquanto a perda de hábitat é a causa principal que leva as espécies ao estado de ameaça de extinção, contribuindo com cerca de 30% de todas as ameaças (BRASIL, 2011d).

1.1.1.6 Impactos na Saúde Humana

As mudanças climáticas podem impactar a saúde humana por diferentes vias. Entre elas, destacam-se a propagação de doenças infecciosas, em especial aquelas de transmissão vetorial, com reservatórios animais em sua cadeia de transmissão, e as de transmissão hídrica ou alimentar (BRASIL, 2008).

De forma direta, as mudanças climáticas impactam, por exemplo, com o aumento de casos das ondas de calor ou mortes causadas por outros eventos extremos como furacões e inundações. Mas, muitas vezes, o impacto é indireto, sendo mediado por alterações no ambiente como ecossistemas e ciclos biogeoquímicos, que podem aumentar a incidência de doenças infecciosas (BRASIL, 2008).

As flutuações climáticas sazonais produzem um efeito na dinâmica das doenças vetoriais como, por exemplo, maior incidência da dengue no verão e da malária na Amazônia durante o período de estiagem. Os eventos extremos introduzem considerável flutuação que pode afetar a dinâmica das doenças de veiculação hídrica como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas, as quais podem se agravar com as enchentes ou secas, afetando a qualidade e o acesso à água (BRASIL, 2008).

1.1.2 Emissões de Gases de Efeito Estufa

O efeito estufa intensificado pelas atividades humanas tem ocasionado o aumento da temperatura média global, do nível médio dos mares, da acidificação dos oceanos, além de outros efeitos adversos. O CO_2, principal gás de efeito estufa antropogênico, teve sua concentração aumentada em aproximadamente um terço durante o século XX e, neste início de século, continua sendo emitido em marcha acelerada. Em 2009, esse gás respondeu por 77,5% do total de 14,6 $GtCO_2eq$ emitido pelos países desenvolvidos (listados no Anexo I da CQNUMC), seguido pelo metano (CH_4), com 14% (2,0 $GtCO_2eq$), e o óxido nitroso (N_2O), com 6,5% (1,0 $GtCO_2eq$). Os demais gases somaram 2% (0,2 $GtCO_2eq$) do total de emissões (Figura 1.5-A).

Diversas são as fontes antropogênicas de emissão dos GEEs. Mundialmente, a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia é a principal fonte de emissão de GEEs (88,7%), seguida pelas emissões dos setores de processos industriais (6,5%), solventes (2%) e de mudança do uso da terra e florestas (1,7%) – que inclui o desmatamento e as queimadas (Figura 1.5-B). O metano é emitido principalmente pelas atividades agropecuárias e pelo tratamento de resíduos e, também, compõe as emissões industriais e do setor de energia. O N_2O é emitido também no setor agropecuário, principalmente devido ao uso de fertilizantes. Os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6) são emitidos nos processos industriais.

Assim como no mundo, o principal GEE emitido pelo Brasil (75%) é o CO_2 (Figura 1.6-A). De acordo com a Segunda Comunicação Nacional submetida à CQNUMC (BRASIL, 2010b), que contém o Segundo Inventário de GEEs do País,

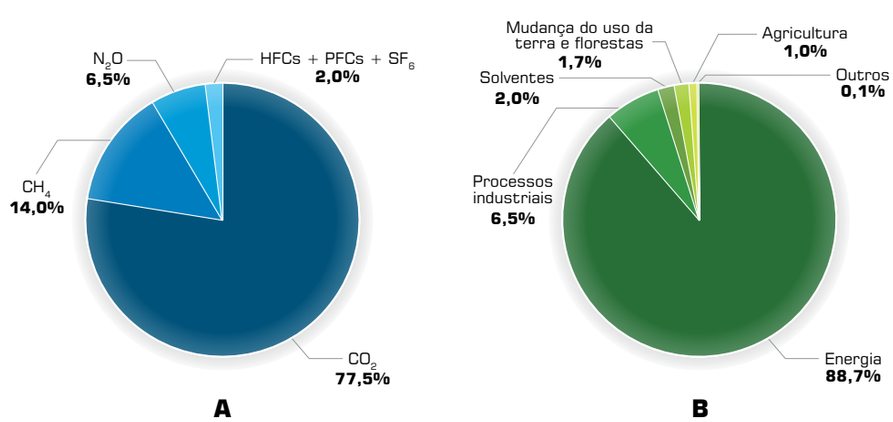


Figura 1.5
Emissões de GEEs pelos países listados no Anexo I da CQNUMC em 2009: (**A**) Percentual dos diferentes GEEs padronizados em termos de CO_2 equivalente. (**B**) Percentual da contribuição setorial das emissões de GEEs.
Fonte: UNFCCC (2011)

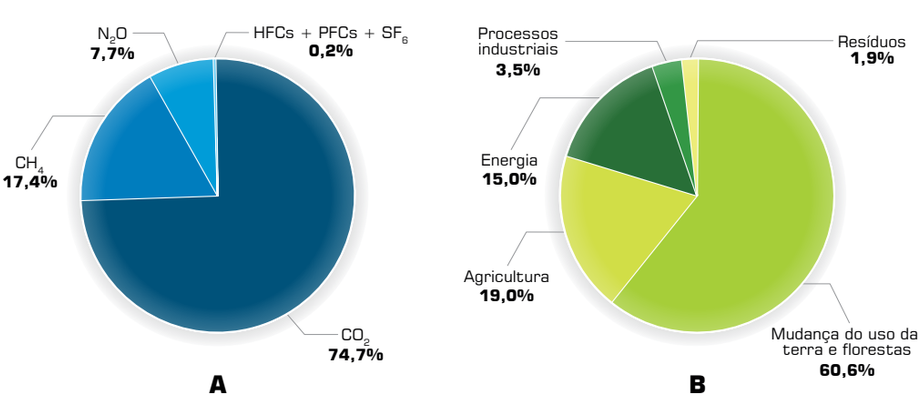


Figura 1.6
Emissões de GEEs no Brasil em 2005: (**A**) Percentual dos diferentes GEEs padronizados em termos de CO_2 equivalente. (**B**) Percentual da contribuição setorial das emissões de GEEs.
Fonte: Brasil (2010b)

o setor de mudança no uso da terra e florestas é o principal responsável pelas emissões brasileiras, representando 61% do total de GEEs em 2005. Somadas às emissões da agricultura, os dois setores respondem por cerca de 80% das emissões, enquanto o setor de energia é responsável por apenas 15% do total (Figura 1.6-B).

O setor de mudança do uso da terra e florestas é responsável pela maior parcela das emissões brasileiras de CO_2 (Figura 1.7), participando com 77% das emissões líquidas totais desse gás em 2005. A conversão de florestas para outros usos, em particular o agrícola, consiste na quase totalidade das emissões de CO_2 do setor. Desse modo, as atividades agrícolas induzem à combustão de biomassa – com queimadas e incêndios florestais – e ao desmatamento, representando, assim, as duas principais fontes de emissões de CO_2 no Brasil.

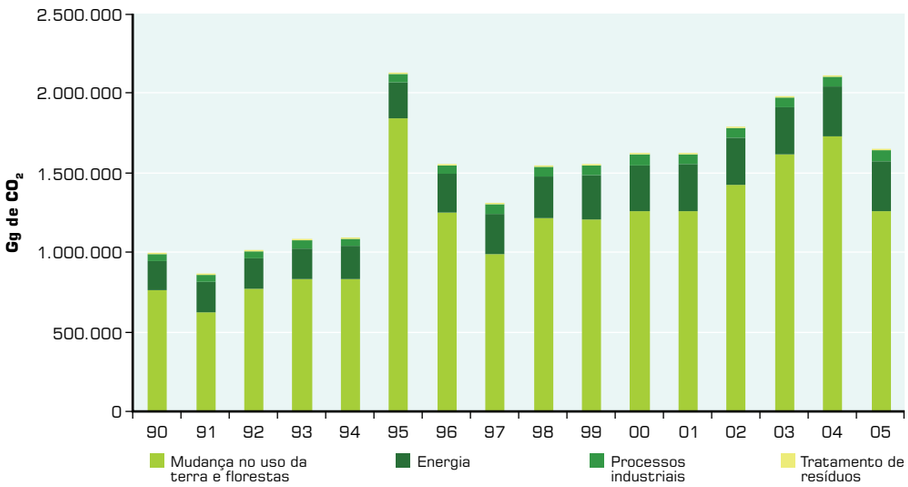


Figura 1.7
Evolução das emissões de CO_2 no Brasil, por principais setores, de 1990 a 2005.
Fonte: Brasil (2010b)

1.1.2.1 Queimadas e Incêndios Florestais

As queimadas e os incêndios florestais emitem quantidade significativa de CO_2 para a atmosfera. Cerca de 50% do material queimado é convertido em GEEs (AGÊNCIA FAPESP, 2011b).

No caso da prática de queima de resíduos agrícolas, a queima de biomassa também libera grande quantidade de CO_2. Entretanto, essa emissão não é contabilizada no Inventário de Emissões do Brasil, tendo em vista que, pela fotossíntese, a mesma quantidade de CO_2 é necessariamente absorvida durante o crescimento das plantas. Porém, durante o processo de combustão, outros gases são produzidos. A queima imperfeita de biomassa produz emissões dos gases de efeito estufa CH_4 e N_2O e, além desses, libera NO_x e CO (BRASIL, 2010b).

No Brasil, a ocorrência dos incêndios florestais e queimadas aumenta significativamente no período compreendido entre os meses de agosto a novembro.

1.1.2.2 Desmatamento

A principal fonte considerada nas estimativas de emissões de GEEs no setor de mudança do uso da terra e florestas é o desmatamento, com destaque para os ocorridos na floresta amazônica. Segundo o Inventário Brasileiro (BRASIL, 2010b), em 2005 as emissões líquidas do setor somaram 1.251 Teragramas (Tg) de CO_2, sendo os



Nicélio Acácio da Silva

biomas Amazônia (67,4%) e Cerrado (22,0%) as principais origens das emissões, enquanto os demais biomas representaram uma parcela bem menos significativa (10,6%) (Figura 1.8).

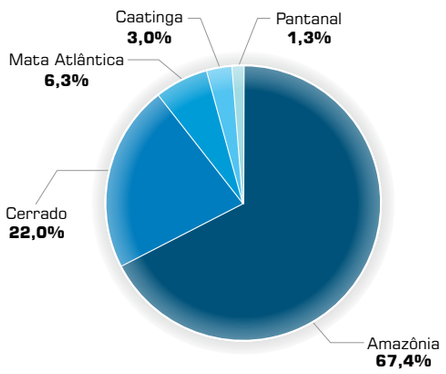


Figura 1.8 Contribuição relativa, por bioma, das emissões antrópicas líquidas de CO_2 no setor de mudança do uso da terra e florestas em 2005.

Fonte: Brasil (2010b)

Embora haja aumento de emissões em outros setores, levantamentos preliminares apontam que as emissões de GEEs acompanham a queda do desmatamento. Uma queda expressiva nas taxas anuais de desmatamento da Amazônia, identificadas a partir de 2004, reduziu substancialmente a contribuição desse bioma às emissões totais de CO_2, contabilizadas no setor de mudança do uso da terra e florestas. Em contrapartida, a partir de 2009, as emissões de GEEs no Cerrado tornaram-se preponderantes (Figura 1.9).

Recentemente, também foi definido como prioridade o monitoramento das taxas de desmatamento do Cerrado e da Caatinga, que proporcionalmente ganharam destaque entre as emissões nacionais de CO_2. No Cerrado, com uma taxa anual de desmatamento na ordem de 14.000 km^2 no período de 1990 a 2010, as emissões equivalentes foram, em média, 275.000 Gigagramas (Gg) de CO_2 por ano para o mesmo período. Em 2004, as emissões a partir do Cerrado e da Amazônia representavam, respectivamente, 16% e 76% das emissões totais de CO_2 do setor de mudança do uso da terra e florestas, enquanto no ano de 2010 as contribuições relativas das emissões inverteram-se, ou seja, o Cerrado contribuiu com 54% e a Amazônia com 21% das emissões.

Nos outros biomas, a contribuição das emissões foi de 7,7% em 2004, aumentando para 26% em 2010, paralelamente à redução da contribuição relativa do desmatamento na Amazônia no mesmo período.

Tanto na Amazônia quanto no Cerrado, a principal causa do desmatamento é a conversão das terras para uso agropecuário. Estudo do Banco Mundial (MARGULIS, 2004) estimou que 90% das áreas desmatadas na Amazônia foram convertidas em pastagens, sendo esse também o principal vetor do desmatamento no Cerrado, onde, adicionalmente, as plantações de soja têm elevada participação.

Já na Caatinga, o vetor mais importante do desmatamento é a exploração predatória para satisfazer demandas por carvão vegetal e lenha para fins energéticos, sobretudo dos polos de produção de gesso, cal, cerâmica e ferro-gusa, e também para atender às necessidades domésticas da população.

1.1.2.3 Agricultura e Energia

O setor de agricultura, que também contabiliza as emissões da pecuária, foi responsável por 19% das emissões brasileiras de GEEs em 2005. As principais fontes de emissões são a fermentação entérica de ruminantes, que emite metano (CH_4), a aplicação de fertilizantes nitrogenados nas lavouras e as excretas de animais, que emitem óxido nitroso (N_2O). O Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, a maior parte criada de modo extensivo, o que aumenta a pressão por áreas de pastagem. Dessa forma, as emissões do setor agropecuário, no Brasil, estão intimamente relacionadas àquelas do uso do solo.

No setor de energia, contabilizou-se 15% das emissões de GEEs no Brasil em 2005, enquanto no mundo esse setor é a principal fonte de emissão (88,7%). De acordo com dados preliminares do Balanço Energético Nacional 2011 (EPE, 2011), a oferta interna de energia em 2010 foi de 270,8 milhões de toneladas de petróleo equivalente, das quais 45% produzidas por fontes renováveis. Esses dados indicam um índice elevado para países com o mesmo padrão de desenvolvimento e um dos mais limpos do mundo. O setor energético é, portanto, uma particularidade do País. As emissões do setor, basicamente CO_2, são oriundas da produção de energia a partir de combustíveis fósseis – petróleo e derivados; carvão mineral e derivados; e gás natural – que, somados à produção a partir de urânio, completam os 55% restantes da energia ofertada.

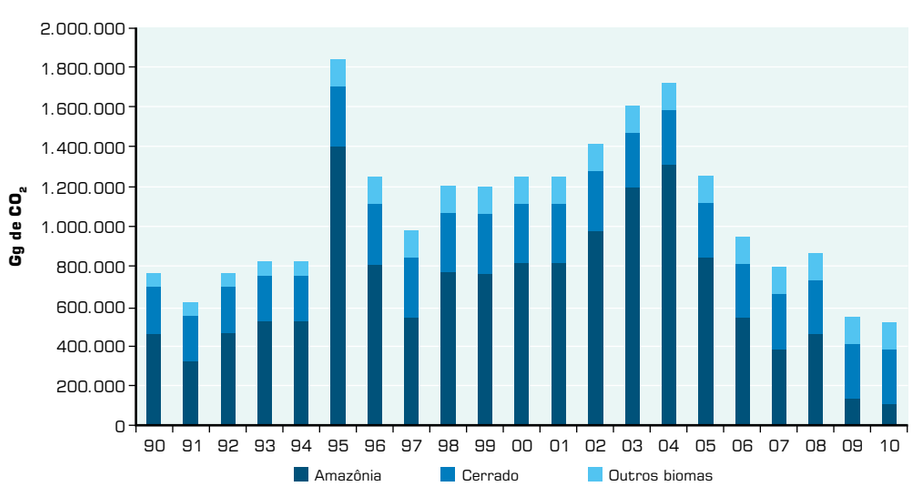


Figura 1.9
Evolução das emissões de CO_2, por biomas, de 1990 a 2010.

Fonte: Elaborado com base em Brasil (2010b), com dados de 1990-2005.

Nota: Os dados de 2006-2010 são estimativas calculadas proporcionalmente aos valores observados de desmatamento bruto do Prodes (Amazônia) e valores constantes das taxas médias anuais de desmatamento para os demais biomas.

1.1.3 Políticas e Ações de Combate à Mudança do Clima

Com o intuito de lidar com os problemas decorrentes da mudança do clima, há duas décadas têm sido intensificadas ações que visam ao controle e mitigação das causas, bem como ações de adaptação aos efeitos já observados e de prevenção aos possíveis impactos previstos para o futuro. Ao mesmo tempo que a comunidade científica pesquisa e alerta acerca das consequências das emissões de GEEs e sua influência no clima, ela fornece informações necessárias ao processo de tomada de decisão. Entre as ações políticas de resposta às mudanças climáticas, merece destaque a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), o principal marco internacional na política de combate ao aquecimento global, que o Governo brasileiro defende como o instrumento multilateral mais adequado para lidar com o tema.

1.1.3.1 Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC)

A CQNUMC é uma das três Convenções que foram delineadas durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em 1992[4]. Em vigor desde 21 de março de 1994, atualmente ela conta com a ratificação de 195 partes.

A CQNUMC define um marco geral para as ações intergovernamentais voltadas ao desafio representado pela mudança do clima, reconhecendo o sistema climático como um bem coletivo. No âmbito da Convenção, os governos decidiram, entre outros elementos:

- Programar estratégias nacionais para mitigar as emissões de GEEs e adaptação aos impactos esperados, inclusive a provisão de apoio financeiro e tecnológico por parte dos países do Anexo I da CQNUMC (países desenvolvidos e Leste Europeu[5]) para os países não pertencentes ao Anexo I da CQNUMC (países em desenvolvimento).
- Recolher e trocar informações sobre emissões de GEEs, políticas nacionais e boas práticas.
- Cooperar nas atividades de preparação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

A Convenção adota o "princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas", sob o qual é reconhecido que todos os países devem se esforçar para evitar e combater os efeitos deletérios da mudança do clima. Entretanto, os países desenvolvidos, listados no Anexo I da CQNUMC, por serem fonte da maior parte das emissões passadas e presentes de GEEs, devem se comprometer com a redução de suas emissões em termos quantitativos. Esses países concordaram ainda em apoiar atividades relacionadas à mudança do clima nos países em desenvolvimento, ao disponibilizar recursos financeiros "novos e adicionais" à ajuda financeira já alocada a esses países.

Por ocasião da 13ª Conferência das Partes (COP-13), realizada na Indonésia, em dezembro de 2007, seus integrantes concordaram em estabelecer o Plano de Ação de Bali, que compreende o processo de implementação plena, efetiva e sustentada da CQNUMC, por meio de ação cooperativa em longo prazo, com vistas a que se chegue a um resultado e que se adote uma decisão na Conferência das Partes.

Com a COP-17 foi estabelecido um novo órgão subsidiário, chamado Grupo de Trabalho da Plataforma de Durban para Fortalecimento de Ações. Esse GT será responsável por lançar um processo com o objetivo de desenvolver um protocolo, ou outro instrumento legal, ou, mesmo, um resultado acordado com força legal no âmbito da CQNUMC. Os trabalhos serão finalizados o quanto antes, mas não mais tarde que 2015, quando deve ser adotado o resultado do processo, que será implementado e passará a ter efeito a partir de 2020.

1.1.3.2 Protocolo de Quioto

As Partes da CQNUMC assinaram o Protocolo de Quioto, em 1997, que estabelece metas obrigatórias de redução de emissões de GEEs para 37 países desenvolvidos e para a Comunidade Europeia. Durante o primeiro período de 5 anos (2008-2012), as metas equivalem a uma média de 5% de redução das emissões, em comparação aos níveis de 1990. O Protocolo entrou em vigor em fevereiro de 2005 e, até 2011, já foi ratificado por 182 países. Ressalta-se que, mesmo se cumpridas as suas metas, não significa uma redução real dos valores absolutos das emissões.

O segundo período do Protocolo, no que diz respeito aos compromissos quantificados de redução e limitação de emissões de GEEs aos integrantes do Anexo I da CQNUMC, foi recentemente definido na 7ª Sessão da Conferência das Partes,



Ricardo Zig Koch Cavalcanti / Banco de Imagens ANA

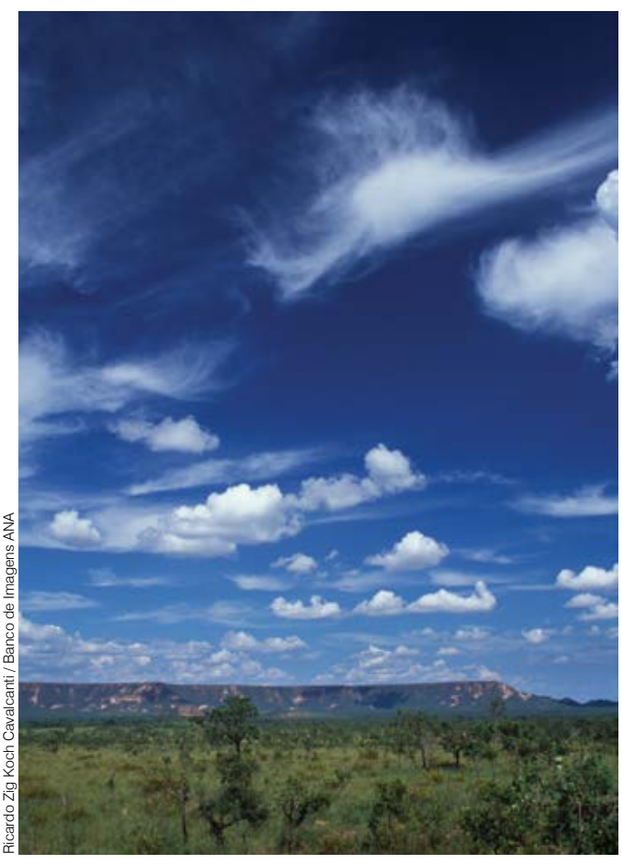
[4] Foram ainda criadas a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção para o Combate à Desertificação, que dizem respeito a questões fortemente afetadas pela mudança climática. Esforços estão sendo feitos para coordenar os trabalhos dessas três Convenções.

[5] Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Europeia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheco-Eslovaca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia.

na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto (CMP-7), em Durban, África do Sul. Acordou-se nessa CMP pela realização de um segundo período de compromisso do Protocolo, cuja primeira fase acaba em dezembro de 2012. O segundo período de compromissos terá início em 2013 e conclusão em 2017 ou 2020. Essa conclusão do segundo período deve ser definida por ocasião da CMP-8 no Catar em novembro/dezembro de 2012.

1.1.3.3 Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, ratifica o compromisso nacional voluntário do Brasil e estabelece redução entre 36,1% e 38,9% nas emissões projetadas para 2020 (Figura 1.10), sendo que tal redução dar-se-á a partir de planos específicos de mitigação da mudança do clima.



Ricardo Zig Koch Cavalcanti / Banco de Imagens ANA

O Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a PNMC, determina que o Plano Nacional sobre Mudança do Clima será integrado por Planos Setoriais e Planos de Prevenção e Controle ao Desmatamento (PPCDs) nos biomas, e pelos Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas. Os planos setorias são:

- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm).
- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado).
- Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE).
- Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC).
- Plano de Redução de Emissões da Siderurgia.

Outros setores, tais como transporte, indústria, mineração, serviços de saúde, pesca, aquicultura e energia, têm elaborado planos setoriais que preveem a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento.

Com o objetivo de alcançar o compromisso nacional voluntário, serão implementadas ações para reduzir entre 1.168 milhão de tCO_2eq e 1.259 milhão de tCO_2eq do total das emissões projetadas em 3.236 milhões de tCO_2eq para o ano 2020. No âmbito dos PPCDs, o conjunto de ações visa atingir:

- Redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 e 2005.
- Redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no bioma Cerrado em relação à média verificada entre os anos de 1999 e 2008.

Em complementação à PNMC, as unidades federativas e os municípios também têm inserido políticas públicas voltadas às mudanças climáticas. Leis estaduais e municipais foram criadas para incentivar a redução de emissões, estimular a proteção das florestas e promover o desenvolvimento e a adoção de tecnologias energeticamente menos intensivas.

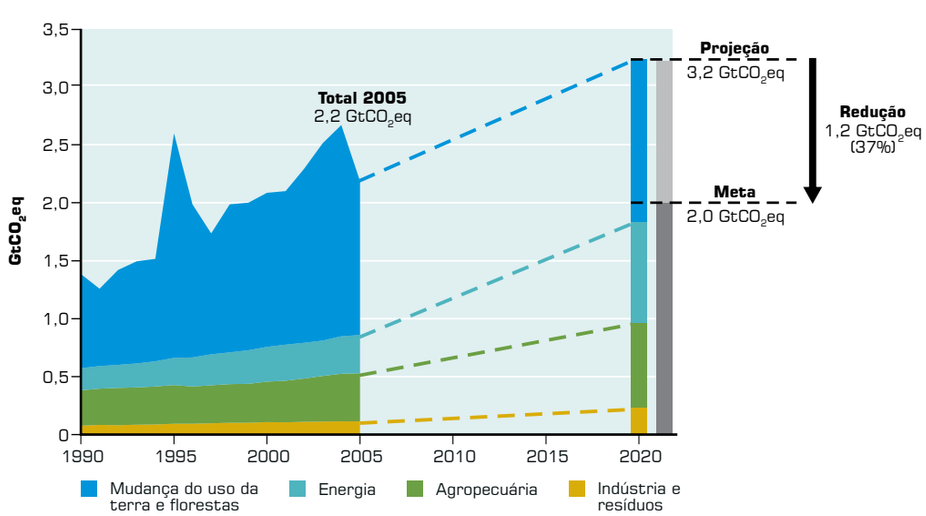


Figura 1.10
Emissões até 2005, projeções e meta de emissões para 2020 dos gases de efeito estufa no Brasil, por setor.

Fonte: Elaborado com base em Brasil (2010b) e Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010.

Parte significativa dos estados já instituiu política ou elaborou projeto de lei, bem como possui fórum estadual dedicado ao tema (Figura 1.11). Das 27 Unidades da Federação, dez já inseriram suas políticas e quatro apresentaram projetos de lei relativos às mudanças climáticas e, até fevereiro de 2011, 15 estados instituíram seus fóruns locais.

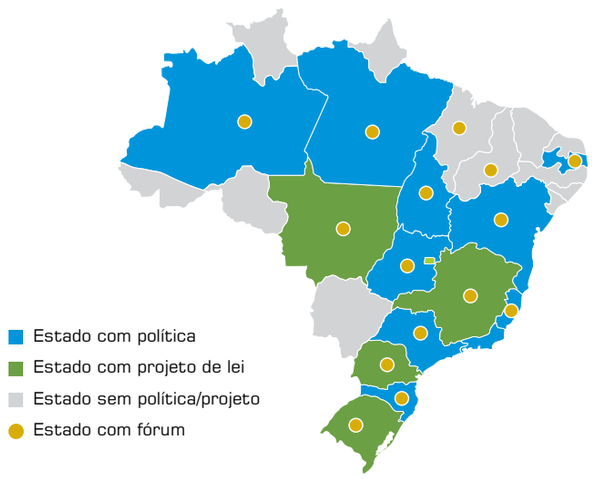


Figura 1.11 Estados com políticas já aprovadas, projetos de lei e fóruns estabelecidos.
Fonte: Adaptado de Romeiro e Parente (2011).

1.1.3.4 Ações de Mitigação

A elaboração de políticas, sua adequada regulamentação e seu aprimoramento posicionam o País em uma situação diferenciada no contexto internacional. Nas diferentes esferas, a implementação das políticas e a efetiva consecução dos objetivos e compromissos voluntários firmados dependem de ações que são classificadas de acordo com duas principais categorias, sendo elas as ações de mitigação e as de adaptação.

A PNMC conceitua mitigação como sendo as mudanças e substituições tecnológicas que reduzem o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzem as emissões de GEEs e aumentam os sumidouros. A mitigação é uma das estratégias de resposta à mudança do clima realizada por meio da redução de emissões. Seus benefícios são globais e de longo prazo. Isso fica claro com o fato de que, uma vez estabilizadas as concentrações de GEEs em decorrência dos esforços de mitigação das suas emissões, a temperatura média global na superfície terrestre deve se estabilizar.

O Brasil adotou, na PNMC, ações voluntárias de mitigação das emissões de GEEs, com o objetivo de reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020, com base nos valores disponíveis até 2005. Trata-se de um dos compromissos nacionais voluntários de ações de mitigação dos mais ambiciosos do mundo. Das diversas ações (Figura 1.12), a contribuição mais efetiva para a mitigação da mudança do clima está relacionada à redução de emissões decorrentes do desmatamento da Amazônia e do Cerrado.

No tocante à redução do desmatamento da Amazônia, o País elaborou, em 2004, o PPCDAm, que tem apresentado resultados significativos nos últimos anos.(Figura 1.9). O plano lança mão de ações integradas de ordenamento fundiário e territorial; monitoramento e controle; fomento das atividades produtivas sustentáveis, tendo em vista uma mudança de comportamento na região, uma vez que procura coibir a ação ilegal de derrubada da floresta, ao passo que oferece alternativas de ocupação com menor impacto para a população local.

Além dos desafios do setor referente às emissões dos desmatamentos na Amazônia e no Cerrado, parte da redução das emissões está vinculada aos setores de agricultura e energia. Para tanto, outras ações estão previstas no âmbito dos respectivos planos setoriais – o Plano ABC e PDE.

No setor agrícola, por exemplo, existe o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), iniciativa do Governo federal, criado em 2010, que pretende aliar a produção de alimentos e bioenergia com a redução dos GEEs. Para difundir uma nova agricultura sustentável, esse programa incentiva seis iniciativas básicas com metas e resultados previstos até 2020: plantio direto na palha; recuperação de pastos degradados; integração lavoura-pecuária-floresta; plantio de florestas comerciais; fixação biológica de nitrogênio; e tratamento de resíduos animais.

Além de ações específicas, outras ações brasileiras que impactam a questão do clima também contribuem para a mitigação. Entre elas, pode-se destacar: o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB); o Programa Nacional do Álcool (ProÁlcool); a promoção do uso de veículos movidos a bicombustível; o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa); o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel); o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), entre outros.

Além desses fatores, é importante observar que quanto maior a qualidade do inventário nacional realizado, mais facilmente consegue-se identificar as atividades em

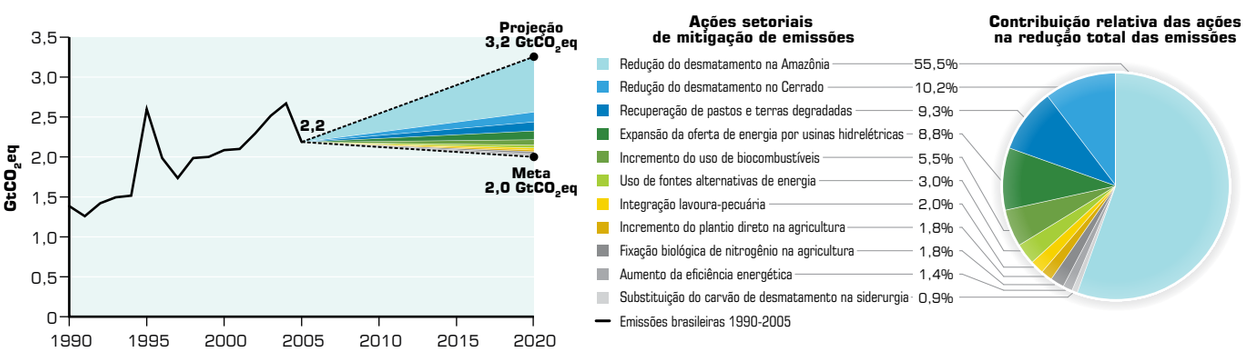


Figura 1.12 Contribuição relativa de ações setoriais de mitigação de gases de efeito estufa no Brasil.
Fonte: Elaborado com base em Brasil (2010b)

que a redução das emissões pode ser realizada com a melhor relação custo-benefício (ou mesmo com incentivos financeiros e tributários).

1.1.3.5 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

O Protocolo de Quioto estabelece que os países do Anexo I da CQNUMC devem atingir as metas essencialmente por meio de iniciativas nacionais. No intuito de minimizar os custos de reduções de emissões, estão disponíveis três mecanismos para atingir as metas ratificadas no Protocolo: Comércio Internacional de Emissões; Implementação Conjunta; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sendo este o único que permite aos países do Anexo I da CQNUMC comprar os popularmente chamados "Créditos de Carbono" (ou Redução Certificada de Emissões – RCE) de projetos implementados em países em desenvolvimento (não Anexo I da CQNUMC).

Uma atividade de um projeto de MDL deve garantir a redução de emissões em relação à ausência do projeto e, além disso, deve ser aprovada nas diversas etapas do ciclo de projetos. A aprovação nacional é dada por uma Autoridade Nacional Designada, que, no Brasil, é representada pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC). Essa comissão também avalia a contribuição dos projetos de MDL para o desenvolvimento sustentável do País, um pré-requisito estabelecido pelo Protocolo.

No Brasil, o MDL tem alcançado um sucesso significativo, contribuindo, assim, para a mitigação das emissões de GEEs. Atualmente, de acordo com levantamento feito pela CIMGC, a partir de dados da CQNUMC, até julho de 2011, o Brasil contava com 193 projetos aprovados pelo Conselho Executivo do MDL e outros 306 encontravam-se em alguma fase do ciclo de projetos, totalizando 499 projetos. Com o equivalente a 6% das iniciativas do total mundial, o Brasil ocupa a terceira posição em número de projetos, atrás da China (39%) e da Índia (27%). Somados, os projetos brasileiros têm potencial de reduzir 412.197.677 tCO_2eq durante a primeira fase de obtenção de créditos, que pode variar de 7 a 10 anos. Em base anual, o potencial de redução no País é da ordem de 50 milhões de toneladas de CO_2 equivalente. A maioria dos projetos visa à redução de CO_2 (67%) por meio da produção de energia por fontes renováveis (52%). A Tabela 1.1 resume as principais informações relacionadas aos projetos de MDL no Brasil (BRASIL, 2011a).

1.1.3.6 Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+)

O conceito de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), incluindo conservação, manejo florestal sustentável e aumento dos estoques de carbono, surgiu no âmbito das negociações da CQNUMC, em 2003, e foi alvo de intensas discussões, até chegar ao seu formato atual, pela adoção do Plano de Ação de Bali em 2007. O conjunto de políticas e incentivos associado a esse objetivo é conhecido como REDDPlus ou REDD+, em referência aos resultados verificados de redução de emissões associadas ao desmatamento e à degradação florestal, e também aos demais objetivos de conservação e incremento de estoques florestais, que compreendem o compromisso com o "mais" (*plus*).

A lógica de REDD+ consiste em compensar países em desenvolvimento, detentores de florestas tropicais, por seu desempenho relativo aos resultados de redução de emissões, conservação e incremento de estoques de carbono. Tal compensação pode ocorrer por meio de várias opções de financiamento (em discussão na CQNUMC), desde que os resultados sejam plenamente verificáveis. O Fundo Amazônia é o principal instrumento financeiro de compensação do Brasil por seus resultados de REDD+ na Amazônia Legal[6].

Dados do 2º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa no Brasil (BRASIL, 2010b) indicam a manutenção da alta participação do desmatamento nas emissões nacionais. O setor de mudança do uso do solo aparece contribuindo com 77% das emissões de CO_2, ou 57,7% em termos de tCO_2eq em 2005.

Ao mesmo tempo, as reduções expressivas alcançadas pelo País, a partir de 2004, conforme monitorado e verificado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), via sistema do Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (Prodes), indicam uma contribuição voluntária significativa do País para REDD+: cerca de 2 bilhão de toneladas de CO_2eq foram reduzidas na Amazônia no período, segundo os níveis de referência adotados pelo Fundo Amazônia.

Em 2012, o Governo federal definirá uma estratégia de REDD+, em consonância com decisões no âmbito da CQNUMC.

Tabela 1.1 Tipo, quantidade e emissões reduzidas, por ano, durante o primeiro período de obtenção de créditos dos projetos realizados no País, pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que se encontram em alguma fase do ciclo de projetos da CQNUMC.

Tipo de projeto	Número de projetos	%	Emissões reduzidas/ano (tCO_2eq)	%
Energia renovável	261	52,3	21.125.083	40,3
Aterro sanitário	38	7,6	12.307.823	23,5
Redução de N_2O	5	1,0	6.373.896	12,2
Suinocultura	77	15,4	4.244.755	8,1
Troca de combustível fóssil	46	9,2	3.329.139	6,3
Eficiência energética	30	6,0	2.180.709	4,2
Outros	42	8,4	2.873.204	5,5
Total	**499**	**100,0**	**52.434.609**	**100,0**

Fonte: Brasil (2011a)

[6] A cobertura florestal no Brasil compreende 4,8 milhões de km², representando 10% do total mundial das florestas nativas. Apenas na biomassa aérea da Amazônia há cerca de 48 bilhões de toneladas de carbono estocadas e distribuídas em 3,3 milhões de quilômetros quadrados de florestas – um patrimônio que, se convertido em outros usos, equivaleria a 5 anos de emissões globais de GEEs (IPAM, 2010).

1.1.3.7 Ações de Adaptação

A adaptação é uma resposta à mudança do clima, no esforço para prevenir-se contra possíveis danos e explorar eventuais oportunidades benéficas. Ao contrário do que ocorre na mitigação, os benefícios resultantes dessa série de ajustes são locais e de curto prazo. Esse conceito está estreitamente ligado ao da vulnerabilidade, que é o grau de susceptibilidade e incapacidade de um sistema em lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos. As previsões indicam que os impactos irão variar conforme as diferenças regionais existentes como o nível de renda e o desenvolvimento tecnológico das populações.

Entre as medidas de adaptação, podem ser citados: o fortalecimento dos sistemas e órgãos de defesa civil; a conservação de ecossistemas; o gerenciamento de zonas costeiras, vedando o estabelecimento de novas zonas residenciais em áreas sujeitas ao aumento do nível do mar; o gerenciamento de riscos na agricultura e pesquisas com grãos mais resistentes ao aumento da temperatura; aprimoramento dos sistemas de vigilância para o avanço de doenças causadas por vetores que são beneficiados pelo aumento médio da temperatura como a dengue; e a construção de diques em áreas vulneráveis.

No Brasil, medidas de adaptação são normalmente implementadas como resposta à ocorrência de eventos extremos, naturais ou não. Muitas vezes, as iniciativas de adaptação planejadas não são realizadas como medidas independentes, mas estão inseridas em iniciativas setoriais mais amplas como planejamento do uso racional dos recursos hídricos, defesa da costa e prevenção de desastres.

A PNMC visa, ainda, implementar medidas destinadas a promover a adaptação à mudança do clima pelas esferas federativas, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente mais vulneráveis a efeitos adversos. A partir da publicação da Lei nº 12.187/2009, foram criados os primeiros mecanismos de adaptação como o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), por meio do Decreto nº 7.513/2011. Considerado o primeiro órgão federal de adaptação aos eventos climáticos, o Centro tem como missão fornecer alertas antecipados para eventos de deslizamentos de terra, enchentes, quebras de safra agrícola, com atuação em 25 municípios em 2011, devendo chegar a 1.000 municípios em 2015 (COSTA, 2011).

As dificuldades e os caminhos para se traçar um plano nacional para a adaptação deverão ser abordados no contexto da elaboração dos planos setoriais previstos na PNMC.

1.1.3.8 Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima)

O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) constitui um dos principais instrumentos de promoção e financiamento de atividades intrínsecas à PNMC. Criado pela Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e regulamentado pelo Decreto nº 7.343, de 26 de outubro de 2010, tem por finalidade assegurar recursos para apoio a projetos ou estudos, e financiamento de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação a sua mudança e aos seus efeitos.

De natureza contábil, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Fundo Clima possui recursos que serão aplicados em apoio financeiro reembolsável e não reembolsável, operacionalizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e pelo MMA, respectivamente, reservando 2% ao ano para pagamento ao agente financeiro das despesas relativas a sua administração e à gestão e utilização dos recursos.

As fontes dos recursos são diversas, contando com: até 60% da participação especial que cabe ao MMA nos recursos oriundos da produção de petróleo; dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual da União e em seus créditos adicionais; doações realizadas por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas, entre outras modalidades relacionadas no art. 3º da Lei nº 12.114/2009. Em 2011, os recursos à disposição do Fundo Clima totalizaram R$ 233 milhões.

1.1.3.9 Fundo Amazônia

O Fundo Amazônia é a primeira experiência internacional de pagamentos por reduções verificadas na estrutura de incentivos positivos previstos para o REDD+. Criado pelo Decreto nº 6.527, de 1º de agosto de 2008, e administrado pelo BNDES, tem como principal objetivo captar recursos para ações de promoção da conservação e uso sustentável no bioma amazônico, representando, assim, uma iniciativa brasileira que contribui para a redução de emissões de GEEs.

Os investimentos de recursos são exclusivamente não reembolsáveis, com um aporte estimado em US$ 1 bilhão até o momento. Pelo menos 80% dos investimentos do fundo estão reservados para a região amazônica, direcionados a projetos de prevenção e controle de desmatamento, atividades produtivas sustentáveis e pesquisa na Amazônia (PPCDAm e Plano Amazônia Sustentável), com até 20% podendo ser investidos no monitoramento do desmatamento e em sistemas de controle para outros biomas brasileiros e de outros países tropicais (BRASIL, 2011e).



Banco de imagens do Ibama

1.2 Camada de Ozônio

O ozônio (O_3) é um dos gases minoritários mais importantes e, embora encontrado em toda a atmosfera, concentra-se (cerca de 90% do total) na região situada entre 20 e 35 km de altitude, conhecida como camada de ozônio. Sua importância está no fato de o O_3 ser o único gás que filtra a radiação ultravioleta do tipo B (UV-B), emitida pelo Sol e nociva aos seres vivos (BRASIL, 2006).

Nos seres humanos, a exposição à radiação UV-B está associada ao risco de dano à visão, ao envelhecimento precoce, à supressão do sistema imunológico e ao desenvolvimento de câncer de pele. Os raios ultravioletas também prejudicam estágios iniciais do desenvolvimento de peixes, camarões, caranguejos e outras formas de vida aquática, e reduz a produtividade do fitoplâncton, base da cadeia alimentar aquática, podendo provocar sérios desequilíbrios ambientais (BRASIL, 2007).

O O_3 tem funções diferentes na atmosfera, de acordo com a altitude em que se encontra. Na região estratosférica, ele abrsove 90% da radiação UV-B. Na troposfera, o O_3 perde sua função de protetor e se transforma em um gás poluente; e também contribui para o aumento da temperatura da superfície, juntamente com o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) (BRASIL, 2006).

1.2.1 Buraco da Camada de Ozônio

A camada de ozônio é monitorada desde 1956 e, no início da década de 1980, descobriu-se uma queda acentuada na concentração do O_3 sobre o continente antártico (FARMAN, 1985), fenômeno que se convencionou chamar de "buraco da camada de ozônio". Desde então, o processo de diminuição da concentração desse gás é acompanhado em vários pontos do mundo, inclusive no Brasil. Na Figura 1.13 é possível visualizar a extensão da rarefação da camada de ozônio sobre a região da Antártida em outubro de 2011. As cores azul e violeta indicam a baixa concentração de O_3.

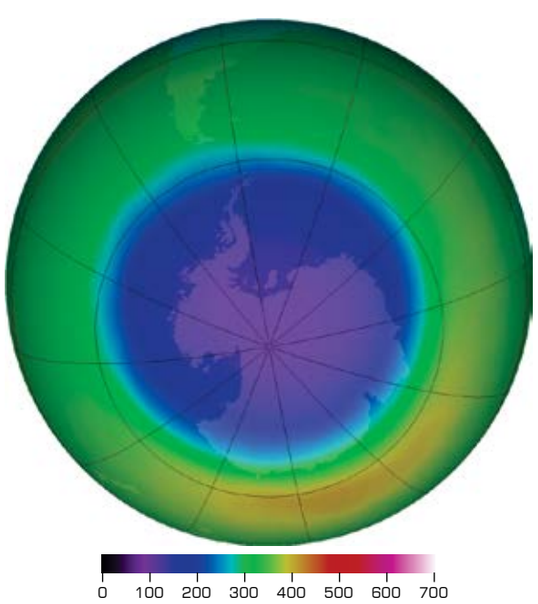


Figura 1.13 Buraco da camada de ozônio na Antártida (Outubro de 2011).

Fonte: Nasa (2011)



Vincent Kurt Lo

Embora na estratosfera reações naturais de destruição e produção de ozônio ocorram de forma equilibrada, tendendo a manter a quantidade de ozônio constante (UNEP, 2010), a diminuição de sua concentração vem ocorrendo em escala maior do que ocorria naturalmente devido à continua emissão, por atividades humanas, de substâncias químicas halogenadas contendo átomos de cloro (Cl), flúor (F) ou bromo (Br). Os gases contendo esses átomos permanecem na atmosfera por vários anos e, ao subirem até a estratosfera, sofrem a ação da radiação ultravioleta, liberando radicais livres que destroem de forma catalítica as moléculas de ozônio (MOLINA, 1974).

1.2.1.1 Convenção de Viena

Em 1985, um conjunto de nações reuniu-se na Áustria manifestando preocupação técnica e política quanto aos possíveis impactos causados pela redução da camada de ozônio. Formalizou-se, assim, a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio. Em linhas gerais, seu texto enunciou uma série de princípios relacionados à disposição da comunidade internacional em promover mecanismos de proteção ao O_3 estratosférico, prescrevendo obrigações genéricas que instavam os governos a adotarem medidas jurídico-administrativas apropriadas para evitar tal fenômeno.

1.2.1.2 Protocolo de Montreal

A Convenção de Viena contribuiu para o surgimento, em 1987, do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. O documento assinado pelos Países-Parte impôs obrigações específicas, em especial a progressiva redução da produção e consumo[7] das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) até sua total eliminação. Atualmente, esse protocolo é o único acordo ambiental multilateral cuja adoção é universal, ou seja, todos os 197 países do mundo assumiram o compromisso de proteger a camada de ozônio.

O Protocolo de Montreal estabeleceu metas de eliminação para todas as Partes, respeitando o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Em 1990, foi instituído o Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal (FML), com recursos provenientes dos países desenvolvidos para auxílio aos países em desenvolvimento.

1.2.1.3 Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs)

As SDOs são compostos sintetizados pelo homem para diversas aplicações. Em especial, são utilizadas na refrigeração doméstica, comercial, industrial e automotiva, na produ-

[7] Para o Protocolo de Montreal, "consumo" refere-se à quantidade produzida mais a quantidade importada, menos a quantidade exportada e a quantidade destruída de SDOs, em toneladas de potencial de destruição do ozônio (t PDO).

ção de espumas, na agricultura, em laboratórios e também como matéria-prima de vários processos industriais.

O Protocolo de Montreal dividiu essas substâncias químicas em sete famílias: clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), halons, brometo de metila, tetracloreto de carbono (CTC), metilclorofórmio e hidrobromofluorcarbonos (HBFCs).

A cada SDO é atribuído um valor específico de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO), que é calculado a partir de modelos matemáticos. A Tabela 1.2 apresenta os valores de tempo de vida, PDO e de Potencial de Aquecimento Global (PAG) para algumas substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.

1.2.2 Consumo de SDOs no Brasil e Ações para a sua Eliminação

O Brasil, como Parte do Protocolo de Montreal, comprometeu-se em eliminar o consumo de SDOs, de acordo com os cronogramas de eliminação estabelecidos para cada família (Tabela 1.3).

No País, de 1992 a 2010, foram executados projetos setoriais para a conversão tecnológica nos setores de espumas, refrigeração comercial, solventes, agricultura e indústria química. Os projetos permitiram a eliminação do consumo de CFCs, halon, CTC e brometo de metila, de acordo com os compromissos assumidos com o Protocolo de Montreal e com o FML.

Tabela 1.2 Valores de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) e de Potencial de Aquecimento Global (PAG) de algumas SDOs.

Substância	Tempo de vida (anos)	PDO[1]	PAG[2]
CFC-11 (CCl_3F) – Triclorofluormetano	45	1,0	4.750
CFC-12 (CCl_2F_2) – Diclorodifluormetano	100	1,0	10.900
CFC-113 ($C_2F_3Cl_3$) – 1,1,2-Triclorotrifluoretano	85	0,8	6.130
CFC-114 ($C_2F_4Cl_2$) – Diclorotetrafluoretano	190	1,0	9.180
CFC-115 (C_2F_5Cl) – Cloropentafluoretano	1.020	0,6	7.230
Halon-1211 (CF_2BrCl)	16	3,0	1.890
Halon-1301 (CF_3Br)	65	10,0	7.140
Brometo de Metila (CH_3Br)	0,8	0,6	5
CTC (CCl_4) – Tetracloreto de carbono	26	1,1	1.400
HCFC-22 (CHF_2Cl) – Clorodifluormetano	11,9	0,055	1.790
HCFC-123 ($C_2HF_3Cl_2$) – Diclorotrifluoretano	1,3	0,02	77
HCFC-124 (C_2HF_4Cl) – Clorotetrafluoretano	5,9	0,022	619
HCFC-141b ($C_2H_3FCl_2$) – Diclorofluoretano	9,2	0,11	717
HCFC-142b ($C_2H_3F_2Cl$) – Clorodifluoretano	17,2	0,065	2.220
HCFC-225ca ($C_3HF_5Cl_2$) – Dicloropentafluorpropano	1,9	0,025	122
HCFC-225cb ($C_3HF_5Cl_2$) – Dicloropentafluorpropano	5,9	0,033	606

Fonte: WMO (2010)

[1] Valores adotados pelo Protocolo de Montreal. [2] Horizonte de tempo de 100 anos.

Tabela 1.3 Cronograma de redução[1] e eliminação do consumo de algumas SDOs para os países em desenvolvimento e cronograma estabelecido no Brasil.

Substância (SDO)	Cronograma de Eliminação do Protocolo de Montreal	Cronograma de Eliminação na legislação brasileira
CFCs	2005 – 50% 2007 – 85% 2010 – 100%	2001 – 100% (Exceto CFC-12) 2007 – 100% (CFC-12)
Halons	2005 – 50% 2010 – 100%	2001 – 100%
CTC	2005 – 85% 2010 – 100%	2001 – 100%
Metilclorofórmio	2005 – 30% 2010 – 70% 2015 – 100%	2001 – 100%
Brometo de Metila (exceto usos em quarentena e pré-embarque)	2005 – 20% 2015 – 100%	2007 – 100%

Fontes: Unep (2006), Ibama e MMA

[1] Redução em relação à linha de base calculada a partir do consumo de cada país.

Os recursos doados pelo FML permitiram a execução de 305 projetos ao custo total de US$ 86,29 milhões, resultando na eliminação do consumo de 17.204,58 t PDO. Os projetos executados objetivaram garantir a sustentabilidade financeira das atividades do setor privado durante e após a fase de transição para as substâncias alternativas às SDOs (BRASIL, 2011b).

Atualmente o Brasil não produz nenhuma SDO e a quantidade destruída e exportada é pequena. Portanto, o consumo de SDOs praticamente equivale à quantidade de substâncias importadas. A seguir, são apresentados os históricos do consumo brasileiro de SDOs e as respectivas metas de redução.



Paulo Celso Maistro Spolidório / Banco de Imagens ANA

1.2.2.1 Clorofluorcarbonos (CFCs)

Os CFCs são substâncias químicas sintéticas formadas por carbono, cloro e flúor. As aplicações mais comuns dos CFCs são apresentadas na Tabela 1.4.

A Figura 1.14 apresenta o histórico do consumo de CFCs no Brasil, entre 1992 e 2010, bem como as metas de redução propostas pelo Protocolo de Montreal e pelo Plano Nacional de Eliminação dos CFCs (PNC). Observa-se grande queda no consumo de CFC-11 e CFC-12 a partir de 2001, assim como a eliminação total do consumo de CFCs a partir de 2010.

Tabela 1.4 Aplicações dos CFCs.

Substância	Aplicações
CFC-11	• Agente expansor na fabricação de espumas de poliuretano • Propelente em aerossóis e medicamentos • Fluido na refrigeração comercial, doméstica e industrial
CFC-12	• Agente expansor na fabricação de espumas de poliuretano • Propelente em aerossóis e medicamentos • Fluido na refrigeração comercial, doméstica e industrial • Em mistura com óxido de etileno como esterilizante
CFC-113	• Solvente para limpeza de elementos de precisão e eletrônica
CFC-114	• Propelente em aerossóis e medicamentos
CFC-115	• Refrigeração comercial

Fonte: MMA e Ibama

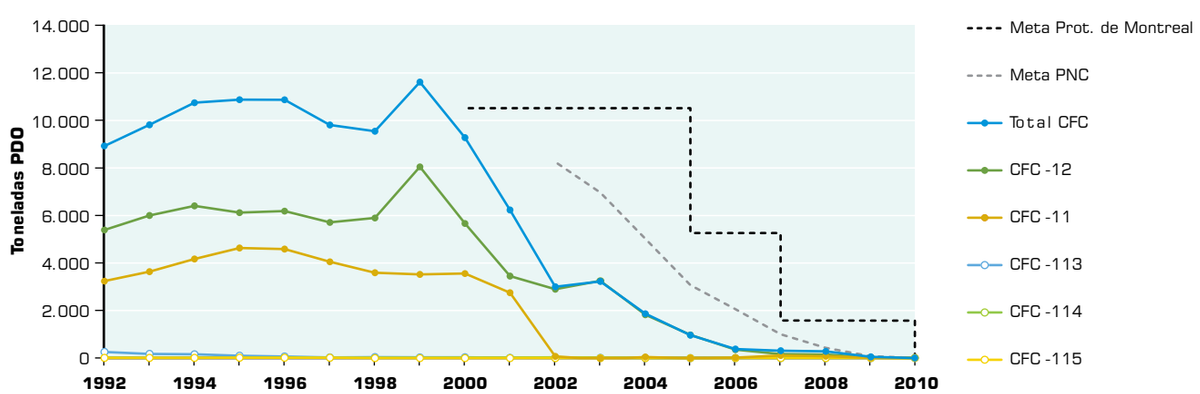


Figura 1.14 Consumo de CFCs (Anexo A do Prot. de Montreal) no Brasil e metas de redução (Prot. de Montreal e PNC).

Fonte: Ibama e MMA

1.2.2.2 Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)

Os HCFCs são substâncias artificiais formadas por hidrogênio, cloro, flúor e carbono. Seu uso iniciou-se como alternativa provisória aos CFCs, visto que apresentam valores inferiores de PDO. O Brasil não produz HCFCs e parte das substâncias importadas é exportada em pequenas quantidades para outros países. Porém, as importações dessas substâncias vêm aumentando consideravelmente desde a proibição dos CFCs. As aplicações mais comuns dos HCFCs são apresentadas na Figura 1.15.

Por meio da Instrução Normativa Ibama nº 207, de 19 de novembro de 2008, foi estabelecido o limite máximo de importação de HCFCs, por empresa, para os anos de 2009 a 2012. Esse instrumento teve por objetivo evitar um aumento especulativo do consumo de HCFCs, devido à antecipação do cronograma de eliminação dessas substâncias, pelo Protocolo de Montreal, em setembro de 2007.

A Figura 1.16 apresenta o histórico do consumo brasileiro de HCFCs entre 1992 e 2010. Observa-se que o HCFC-141b e o HCFC-22 são os que apresentam maior consumo, representando juntos cerca de 99% do consumo nacional.

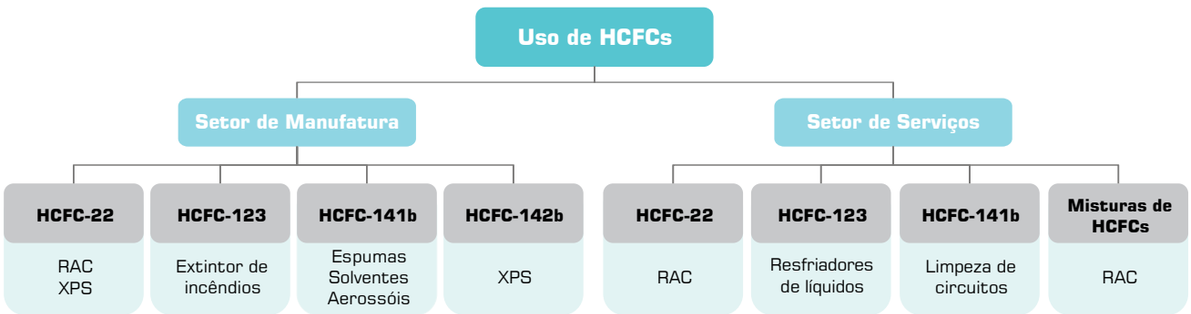


Figura 1.15 Aplicações mais comuns dos HCFCs.
Fonte: Brasil (2011b).
Legenda: XPS – poliestireno extrudado; RAC – refrigeração e ar-condicionado; Resfriadores de líquidos – grandes sistemas de ar-condicionado.

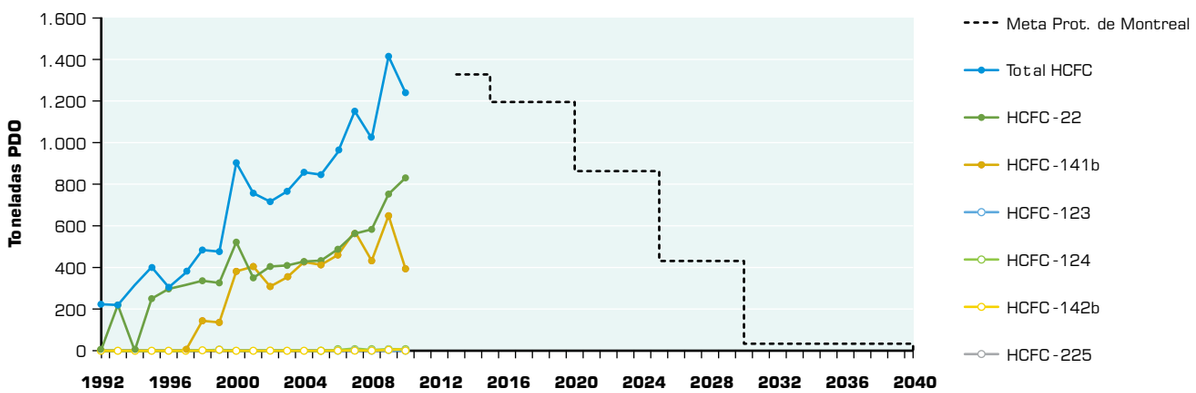


Figura 1.16 Consumo dos principais HCFCs no Brasil e meta de redução definida pelo Protocolo de Montreal.
Fonte: Ibama e MMA

1.2.2.3 Brometo de Metila

O brometo de metila é um composto orgânico halogenado, gás liquefeito sob pressão que pode ter origem natural ou sintética. Por ser extremamente tóxico e letal a qualquer ser vivo, foi amplamente utilizado na agricultura para desinfecção e esterilização de solos, fumigação de cereais, proteção de mercadorias armazenadas e desinfecção de depósitos e moinhos.

Em 2002, seguindo o cronograma de eliminação estipulado pelo Protocolo de Montreal, as importações de brometo de metila foram congeladas com base nas quantidades importadas entre 1995 e 1998 e, em 2005, sofreram redução de 30%. Embora o Protocolo estabeleça que a eliminação total do consumo de brometo se dê em 2015[8], por meio da Instrução Normativa Conjunta Mapa/Anvisa/Ibama nº 1, de 10 de setembro de 2002, o Brasil, antecipando-se a esse prazo, eliminou seu uso na agricultura a partir de 2007. Desde então, a importação de brometo de metila é permitida somente para tratamentos fitossanitários de quarentena e pré-embarque, usos não considerados no cálculo de consumo do Protocolo de Montreal. O cronograma de eliminação adotado pelo Brasil é apresentado na Tabela 1.5.

Tabela 1.5 Cronograma brasileiro de eliminação do uso de brometo de metila.

Prazo	Culturas/Usos
11/09/2002	Expurgos em cereais e grãos armazenados e no tratamento pós-colheita das culturas de abacate, abacaxi, amêndoas, ameixa, avelã, castanha, castanha de caju, castanha-do-pará, café, copra, citrus, damasco, maçã, mamão, manga, marmelo, melancia, melão, morango, nectarina, nozes, pera, pêssego e uva.
31/12/2004	Fumo.
31/12/2006	Sementeiras de hortaliças, flores e formicida.
31/12/2015	Tratamento quarentenário e fitossanitário para fins de importação e exportação: • Culturas autorizadas: abacate, abacaxi, amêndoas, amêndoa-de-cacau, ameixa, avelã, café em grãos, castanha, castanha de caju, castanha-do-pará, copra, citrus, damasco, maçã, mamão, manga, marmelo, melancia, melão, morango, nectarina, nozes, pera, pêssego, uva; • Embalagens de madeira.

Fonte: Instrução Normativa Conjunta Mapa/Anvisa/Ibama nº 1/2002,

[8] A partir dessa data, o Protocolo permitirá sua utilização somente em tratamentos fitossanitários de quarentena e pré-embarque destinados às operações de importação e exportação.

A Figura 1.17 apresenta o histórico do consumo do brometo de metila no Brasil entre os anos de 1992 e 2010, assim como a meta de redução definida pelo Protocolo de Montreal.

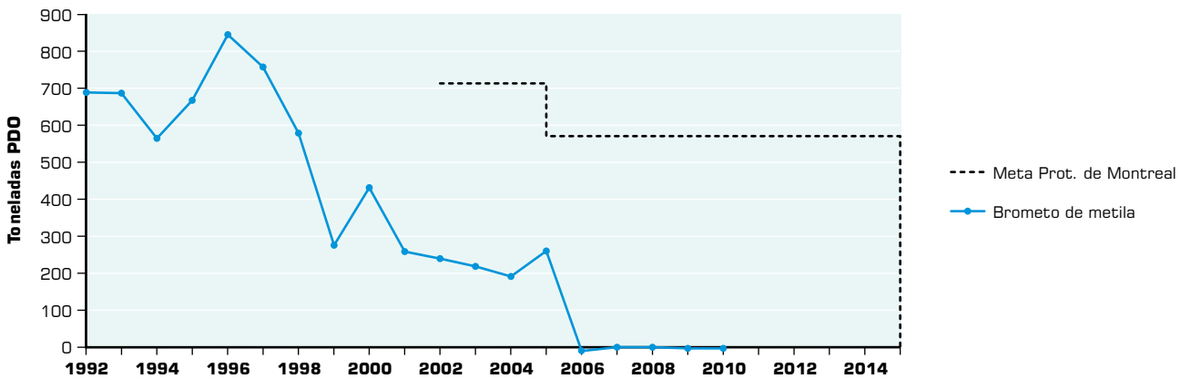


Figura 1.17 Consumo de brometo de metila no Brasil e meta de redução definida pelo Protocolo de Montreal.
Fonte: Ibama e MMA

1.2.2.4 Halons

Os halons são substâncias produzidas artificialmente, compostas por bromo e cloro ou flúor, além de carbono, que foram largamente utilizadas em extintores para todos os tipos de incêndio.

Devido às características de apagar o fogo sem deixar resíduos nem danificar sistemas, além de serem eficientes em pequenas quantidades, o Halon-1211 e o Halon-1301 regenerados[9] são atualmente usados para a extinção de incêndios na navegação aérea, em navios petroleiros, aplicações militares, acervos culturais e artísticos, centrais de geração e transformação de energia elétrica e nuclear, e em plataformas marítimas de extração de petróleo.

A Resolução Conama nº 267, de 14 de dezembro de 2000, restringiu a importação de halons a partir de 2001, permitindo somente a importação daqueles destinados ao uso em extinção de incêndios nos casos específicos anteriormente citados. O Protocolo de Montreal estabeleceu que, a partir de 2002, a quantidade permitida de consumo de halons seria fixada no valor referente à média do consumo no período de 1995 a 1997, sofrendo redução de 50% a partir de 2005 e sendo totalmente proibida em 2010, com exceção de halons regenerados.

A Figura 1.18 mostra o consumo brasileiro de halons entre os anos de 1992 e 2010 e a meta de redução do Protocolo de Montreal.

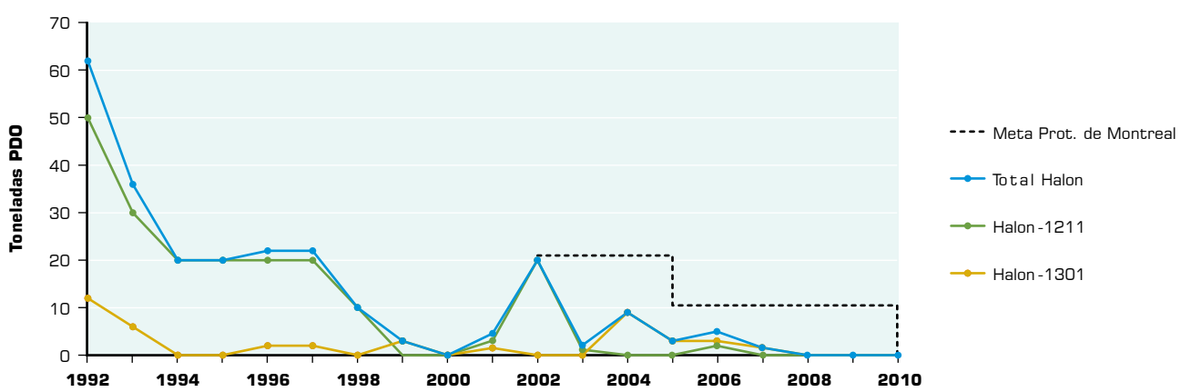


Figura 1.18 Consumo de Halon-1211 e Halon-1301 no Brasil e meta de redução definida pelo Protocolo de Montreal.
Fonte: Ibama e MMA

1.2.3 Políticas e Ações de Controle de SDOs

No Brasil, as primeiras ações de restrição às SDOs ocorreram no âmbito da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) do Ministério da Saúde, com a publicação da Portaria SNVS nº 01, de 10 de agosto de 1988, que definia instruções para a rotulagem de embalagens de aerossóis que não contivessem CFC. A Portaria do MS nº 534, de 19 de setembro de 1988, proibiu a fabricação e comercialização de produtos cosméticos, de higiene, perfumes e saneantes domissanitários, sob a forma de aerossóis que contivessem CFCs como propelente.

O Congresso Nacional aprovou os textos da Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio em 15 de dezembro de 1989, com o Decreto Legislativo nº 91. Por meio do Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990, os textos da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal foram promulgados e determinou-se sua execução e cumprimento integral no Brasil. Todas as emendas posteriores ao texto do Protocolo foram ratificadas e promulgadas pelo Brasil em decretos específicos.

[9] Substâncias usadas que foram reprocessadas para retornarem às mesmas especificações do produto original.

Em 1994, foi elaborado o Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (PBCO). A partir da experiência com o PBCO, em 13 de dezembro de 1995, foi possível aprovar a Resolução Conama nº 13, que estabeleceu medidas para a eliminação gradativa do consumo das Substâncias Controladas dos Anexos A e B do Protocolo de Montreal (CFCs, halons, CTC e metilclorofórmio).

Em continuidade ao processo de eliminação das SDOs, o Brasil publicou a Resolução Conama nº 267/00 que revoga a Resolução Conama nº 13/95 e proíbe a utilização das SDOs constantes dos Anexos A e B do Protocolo de Montreal em equipamentos, instalações e produtos novos, nacionais ou importados. A referida resolução também estabeleceu um cronograma de restrição à importação dessas SDOs, com cotas específicas para o CFC-12. Além disso, criou a obrigação de se realizar o adequado recolhimento dos fluidos frigoríficos e de extinção de incêndio, durante os processos de manutenção. Outra inovação foi a obrigatoriedade do registro no CTF/Ibama para empresas que produzam, importem, exportem, comercializem ou utilizem as SDOs contidas nos referidos Anexos A e B.

O Decreto s/n°, de 6 de março de 2003, criou o Comitê Executivo Interministerial para Proteção da Camada de Ozônio (Prozon), com a responsabilidade de estabelecer diretrizes e coordenar as ações relativas a esse tema. Atualmente, o Prozon é composto por representantes de sete ministérios: Ministério do Meio Ambiente (MMA) (coordenador), Ministério das Relações Exteriores (MRE), Ministério da Saúde (MS), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Ministério da Fazenda (MF), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

1.2.3.1 Plano Nacional de Eliminação dos CFCs (PNC)

O Plano Nacional de Eliminação dos CFCs (PNC) foi aprovado, em 2002, como um instrumento de planejamento para que o Brasil promovesse a eliminação completa do consumo de CFCs nos setores de refrigeração, espuma, aerossóis, solventes, esterilizantes e inaladores de dose medida (MDIs). O PNC também possibilitou o gerenciamento dos CFCs contidos nos equipamentos de refrigeração ainda em funcionamento, por meio do incentivo ao recolhimento, reciclagem e regeneração dessas substâncias.

Como resultado final e em concordância com os prazos estabelecidos pelo Protocolo de Montreal, o PNC contribuiu para o cumprimento da meta de eliminação do consumo de CFCs no Brasil (equivalente a 9.275 t PDO/ano) entre 1º de janeiro 2001 e 1º de janeiro de 2010.

A Tabela 1.6 apresenta algumas das ações executadas e em execução no Brasil no âmbito do PNC.

Tabela 1.6 Projetos executados pelo PNC.

Projeto	Objetivo	Resultados
Espumas	Conversão tecnológica para uso de substâncias alternativas aos CFCs no setor de espumas.	Conversão de 106 empresas, com eliminação de 680 toneladas de CFC.
Centrais de Regeneração	Promover a regeneração de CFC-12 e de HCFC-22 provenientes de equipamentos de refrigeração doméstica e comercial.	Implantação de 5 centrais de regeneração de CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a.
Unidades de Reciclagem	Promover a reciclagem de CFC-12 e HCFC-22 de equipamentos de refrigeração doméstica e comercial fora do raio de abrangência das centrais de regeneração.	Implantação de 120 unidades de reciclagem dos fluidos frigoríficos CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a, em cidades de todos os estados do Brasil.
Máquinas Recolhedoras	Promover o recolhimento de CFC-12 de equipamentos de refrigeração doméstica e comercial.	Distribuição de 2.000 máquinas recolhedoras pelo Brasil.
Recolhimento e Reciclagem do CFC-11 e CFC-12 em resfriadores centrífugos	Promover a reciclagem do CFC-11 e do CFC-12 de equipamentos de refrigeração industrial e comercial de grande porte.	Modernização dos centros de regeneração para recolhimento e reciclagem de CFC-11 e CFC-12 provenientes de resfriadores centrífugos (*Chillers*).
Recolhimento e Reciclagem de CFC em ar-condicionado automotivo	Promover a reciclagem de CFC-12 de equipamentos de ar-condicionado veicular.	Doação de 386 equipamentos para recolhimento e reciclagem de CFC-12 e HFC-134a de ar-condicionado automotivo.
Incentivo à substituição de equipamentos de refrigeração comercial obsoletos em micro e pequenas empresas	Incentivar a troca de equipamentos obsoletos que contenham CFC, com o objetivo de promover a correta manutenção e a eficiência energética.	Projeto-piloto contemplando a realização de diagnóstico sobre o funcionamento de aparelhos de refrigeração comercial obsoletos presentes em micro e pequenas empresas comerciais (padarias, restaurantes, mercearias e mercados pequenos com açougue).
Difusão de Informações Tecnológicas	Disseminar informações a respeito do uso de fluidos frigoríficos alternativos aos CFCs e HCFCs.	Realização de 5 seminários nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste.
Normas Técnicas	Colaborar na elaboração de normas técnicas para contenção de vazamentos de fluidos frigoríficos halogenados.	Publicação das seguintes normas: • ABNT NBR 15960: Fluidos Frigoríficos - Recolhimento, Reciclagem e Regeneração – 3R – Procedimento • ABNT NBR 15833: Manufatura Reversa – Aparelhos de refrigeração • ABNT NBR 15976: Redução das emissões de fluidos frigoríficos halogenados em equipamentos e instalações estacionárias de refrigeração.
Prevenção ao Comércio Ilícito	Capacitar oficiais de alfândegas e do Ibama e promover melhorias no CTF/Ibama para controlar a importação e a exportação de SDOs.	Treinamento de servidores da Receita Federal e do Ibama. Aperfeiçoamento dos relatórios gerenciais do CTF para controle de SDOs.
Estratégia de transição para Inaladores de Dose Medida (MDIs) livres de CFCs	Conversão tecnológica para uso de MDIs (bombinhas para asmáticos) livres de CFC.	Desenvolvimento da Estratégia Brasileira de Transição para MDIs livres de CFCs.
Treinamento de Técnicos Refrigeristas	Treinar técnicos de refrigeração doméstica e comercial para a correta manutenção de equipamentos de refrigeração.	Treinamento de 24.678 técnicos de refrigeração, em parceria com o Senai, em todos os estados brasileiros.

Fonte: MMA

1.2.3.2 Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura

O Programa Nacional de Eliminação de Brometo de Metila no setor de flores e plantas ornamentais foi conduzido pela parceria entre Mapa, MMA, Ibama e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido). O programa não se restringiu à eliminação do brometo de metila em cultivos, mas também objetivou disponibilizar alternativas para tratamento do solo e desinfecção de substratos. Para isso, foram fornecidos aos agricultores conjuntos de caldeiras e injetores de vapor para desinfecção de solo e coletores solares para desinfecção de substratos, além de capacitação técnica para a utilização dos equipamentos. O trabalho realizado foi inédito e a experiência tem inspirado diversos países a fazerem o mesmo.

1.2.3.3 Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH)

Em setembro de 2007, as Partes do Protocolo de Montreal decidiram antecipar os prazos de eliminação da produção e consumo dos HCFCs, considerando que essas substâncias, além do potencial de destruição da camada de ozônio, possuem alto potencial de aquecimento global. A Tabela 1.7 apresenta o cronograma de eliminação do consumo de HCFCs, estabelecido por meio dessa decisão, para os países em desenvolvimento.

Tabela 1.7 Cronograma de eliminação do consumo dos HCFCs para os países em desenvolvimento.

Linha de Base = média do consumo nos anos 2009 e 2010
2013: Congelamento no valor da Linha de Base
2015: Redução de 10% em relação à Linha de Base
2020: Redução de 35% em relação à Linha de Base
2025: Redução de 67,5% em relação à Linha de Base
2030[1]: Redução de 97,5% em relação à Linha de Base
2040: Redução de 100% em relação à Linha de Base

Fonte: Protocolo de Montreal

[1] Consumo residual destinado à manutenção de equipamentos de refrigeração.

Com o objetivo de desenvolver ações para eliminar o consumo de HCFCs, entre os anos de 2009 e 2011, o Governo brasileiro coordenou a elaboração do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), com a participação de entidades representativas dos setores privado e governamental e das agências implementadoras Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Agência de Cooperação Internacional Alemã (GIZ).

O PBH foi aprovado em julho de 2011 contemplando metas de congelamento e de redução de 10% do consumo nacional de HCFCs até 2015 (Fase 1 do PBH), o que implicará na eliminação de 220,30 t PDO de HCFCs, ou 2.470,01 t métricas, valor que representa aproximadamente 4,9 milhões de toneladas de CO_2 equivalente de emissões evitadas.

A Fase 1 prioriza a conversão tecnológica de empresas do setor industrial de espumas de poliuretano que utilizam o HCFC-141b como agente expansor, devido ao alto PDO dessa substância em relação a outros HCFCs e, também, por haver alternativas viáveis, já desenvolvidas, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Até 2015, está prevista a conversão tecnológica de aproximadamente 400 empresas para tecnologias livres de PDO e com baixo potencial de aquecimento global.

Para o setor de serviços estão previstas ações para a contenção de vazamentos, por meio do incentivo à aplicação de boas práticas durante o reparo, manutenção, instalação e operação de equipamentos de refrigeração comercial e doméstica.

A Tabela 1.8 mostra a quantidade de HCFCs a ser eliminada pelo Brasil na Fase 1 do PBH.

Na Fase 2, serão desenvolvidas ações para a eliminação do consumo de HCFC-22 na manufatura de equipamentos novos e no restante do setor de serviços. Também está prevista a eliminação do consumo de HCFC-141b no setor de solventes e nos demais setores de manufatura de espuma.

Tabela 1.8 Compromisso de eliminação de HCFCs assumido pelo Brasil até 2015 (Fase 1).

Substância	Consumo a ser eliminado (toneladas PDO)
HCFC-22	51,5
HCFC-141b	168,8
Total	**220,3**

Fonte: MMA e Ibama

1.2.3.4 Ações de Controle Executadas no Brasil

O Ibama é a instituição responsável pelo controle da produção, comércio, utilização e consumo de SDOs no País. Um dos instrumentos que utiliza nesse controle é o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/Ibama), por meio do qual é realizado o cadastro de todas as pessoas físicas e jurídicas manipuladoras de SDOs, bem como o registro da produção, comércio, utilização e consumo de SDOs.

A Tabela 1.9 apresenta as categorias listadas no CTF/Ibama, nas quais as empresas que produzem, utilizam, ou manuseiam as substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal devem estar cadastradas.

Ao Ibama também compete estabelecer cotas de importação e anuir todas as importações e exportações de SDOs e suas misturas, de algumas substâncias alternativas às SDOs e outras classificadas como de “fuga” (assim consideradas pela possibilidade de encobrir o comércio ilícito).

As ações e instrumentos de controle citados, juntamente às atividades de monitoramento e fiscalização do setor, vêm garantindo que o Brasil atenda aos limites de consumo estabelecidos pelo Protocolo de Montreal e pela legislação brasileira.

A relação de atos normativos que formam o respaldo legal para o controle e eliminação das SDOs é apresentada na Tabela 1.10.

Tabela 1.9 Atividades listadas no CTF/Ibama relacionadas às substâncias controladas e alternativas do Protocolo de Montreal.

Categoria	Descrição	PP/GU[1]	Exemplo
Atividades Diversas	Usuário de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	Alto	Usuário
Serviços de Utilidade	Tratamento e destinação de resíduos industriais	Médio	• Centro de Coleta; • Centro de Incineração; • Centro de Reciclagem; • Centro de Regeneração.
Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio	Comércio de produtos e substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	Alto	• Importador; • Exportador; • Comerciante.
Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio	Transporte de cargas perigosas – Protocolo de Montreal	Médio	Transportador

Fonte: CTF/Ibama

[1] PP/GU: Potencial de Poluição/Grau de Utilização (de recursos naturais).

Tabela 1.10 Atos normativos referentes ao controle de SDOs.

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
1988	Portaria nº 01, de 10 de agosto de 1988	Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária	Define instruções para a rotulagem de embalagens de aerossóis que não contêm CFC.
1988	Portaria nº 534, de 19 de setembro de 1988	Ministério da Saúde	Proíbe a fabricação e a comercialização de produtos cosméticos, de higiene, pergumes e saneantes domissanitários sob a forma de aerossóis que contêm CFC.
1989	Decreto Legislativo nº 91, de 15 de dezembro de 1989	Congresso Nacional	Aprova os textos da Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio.
1990	Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990	Congresso Nacional	Promulga os textos da Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio.
1991	Portaria nº 929, de 4 de outubro de 1991	Interministerial	Cria o Grupo de Trabalho do Ozônio (GTO), composto por órgãos do Governo e por entidades da iniciativa privada, exercendo a função de comitê técnico-consultivo sobre ações para a Proteção da Camada de Ozônio.
1995	Resolução nº 13, de 13 de dezembro de 1995	Conama	Estabelece um cronograma de eliminação do consumo das substâncias do Anexo A, de acordo com os diferentes usos.
2000	Resolução nº 267, de 14 de setembro de 2000	Conama	Estabelece cronograma de eliminação do uso e importação de substâncias constantes dos Anexos A e B do Protocolo de Montreal.
2002	Instrução Normativa nº 1, de 10 de setembro de 2002	Mapa, Anvisa e Ibama	Estabelece cronograma de eliminação do uso de brometo de metila.
2003	Decreto de 6 de março de 2003	Presidência	Cria o Comitê Executivo Interministerial para Proteção da Camada de Ozônio (Prozon)
2003	Resolução nº 340, de 25 de setembro de 2003	Conama	Proíbe o uso de cilindros descartáveis na comercialização de CFC-12, CFC114, CFC-115, R-502 e dos halons H-1211, H-1301 e H-2402.
2004	Instrução Normativa nº 37, de 29 de junho de 2004	Ibama	Estipula a obrigação de registro no CTF/Ibama de todo produtor, importador, exportador, comercializador e usuário de quaisquer das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.
2008	Instrução Normativa nº 207, de 19 de novembro de 2008	Ibama	Dispõe sobre o controle das importações dos HCFCs e misturas contendo HCFCs, durante os anos de 2009 a 2012.
2008	Resolução nº 88, de 25 de novembro de 2008	Diretoria Colegiada da Anvisa	Proíbe a partir de 1º de janeiro de 2011, a produção e a importação de medicamentos inaladores de dose medida que utilizem CFC como gás propelente.
2010	Portaria nº 41, de 25 de fevereiro de 2010; Portaria nº 75, de 30 de março de 2010; e Portaria nº 319, de 30 de agosto de 2010	MMA	Estabelece o Grupo de Trabalho sobre HCFCs, que tem por objetivo contribuir para a elaboração e execução do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs e seus respectivos projetos.

1.2.3.5 Resultados das Ações de Controle das SDOs

Nos 21 anos em que é Parte do Protocolo de Montreal, o Brasil vem cumprindo com sucesso os compromissos assumidos. Os esforços para reduzir e eliminar o consumo das SDOs permitiram alcançar antecipadamente as metas estabelecidas pelo Protocolo. O consumo total de SDOs no Brasil em 2010 (1.204,2 t PDO) foi 25.356,2 t PDO menor em relação ao ano de 1992 (26.560,2 t PDO), o que representa uma redução de 95,5%, conforme ilustra a Figura 1.19. Tendo em vista os esforços até então empreendidos e a implementação das ações propostas em nível mundial, espera-se que a recuperação da camada de ozônio ocorra em meados do século 21 (WMO, 2010).



Anderson de Carvalho Soares

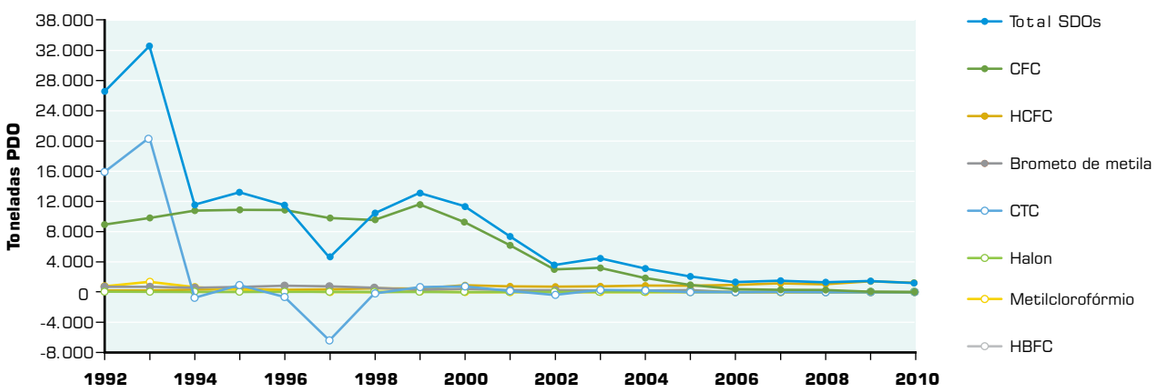


Figura 1.19 Consumo de SDOs no Brasil.
Fonte: Elaborado com base em Unep (2012)

Pesquisas e Monitoramento da Camada de Ozônio no Brasil

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) monitora a concentração total da camada de ozônio desde 1990, com instrumentação de superfície e sensores colocados em balões que realizam medições até 30 km de altitude. Existem hoje sete locais de monitoramento: Natal/RN (desde 1996); Cuiabá/MT (desde 1998); Cachoeira Paulista/SP (desde 1997); Santa Maria/RS (desde 1992); La Paz/Bolívia (desde 1996) e Rio Gallegos/Argentina (desde 2007) (PAES LEME; ALVALÁ, 2008). Além das medições por sondas, o Inpe realiza, com uso de satélites, a previsão diária da concentração de ozônio e da radiação ultravioleta no Brasil (Figura A).

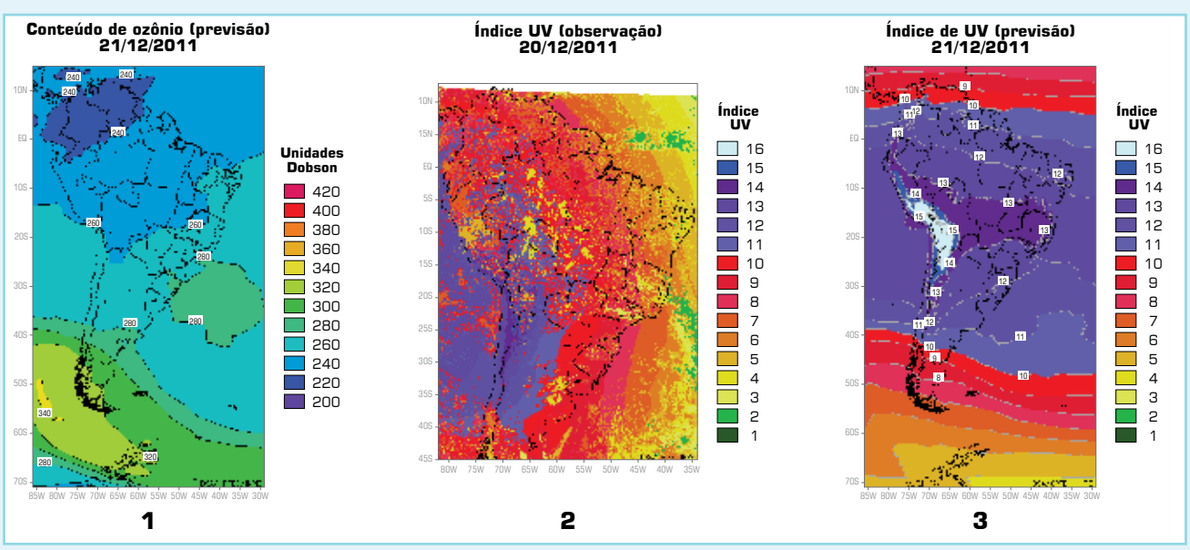


Figura A Monitoramento do ozônio e da radiação ultravioleta no Brasil: (1) Previsão do conteúdo total de ozônio para o dia 21/12/2011; (2) Índice ultravioleta instantâneo do dia 20/12/2011, às 17h30min UTC; (3) Previsão do índice ultravioleta máximo para o dia 21/12/2011.
Fonte: Inpe (2011a)

1.3 Poluição Atmosférica[10]

O ar limpo é um requisito básico para a saúde e o bem-estar humano. A poluição do ar, no entanto, ainda continua representando ameaça significativa, especialmente para a saúde das pessoas, em todo o mundo. De acordo com avaliação da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de três milhões de mortes prematuras a cada ano podem ser atribuídas aos efeitos da poluição atmosférica urbana ao ar livre e da poluição em ambientes internos, a partir da queima de combustíveis sólidos como o carvão para o aquecimento de casas (WHO, 2006).

A gestão da qualidade do ar envolve medidas mitigadoras que tenham como base a definição de limites permissíveis de concentração dos poluentes na atmosfera, a restrição de sua emissão, bem como o melhor desempenho na aplicação dos instrumentos de comando e controle, entre eles, o licenciamento ambiental e o monitoramento.

1.3.1 Poluentes Atmosféricos e seus Impactos

O crescimento industrial e o desenvolvimento das atuais estruturas e aglomerados urbanos criaram condições propícias para uma permanente exposição de grandes contingentes populacionais à poluição atmosférica, provocando efeitos adversos sobre a saúde das populações expostas, em especial sobre os grupos mais vulneráveis representados por crianças e idosos.

Atualmente, quase metade da humanidade vive nas cidades. Isso contribui com o aumento do risco de exposição, pois estima-se que o número de mortes causadas por problemas decorrentes da poluição atmosférica no mundo seja de cerca de 3 milhões por ano. Esse valor representa 5% do total de 55 milhões de mortes que ocorrem anualmente no mundo e, em algumas populações, cerca de 30% a 40% dos casos de asma e 20% a 30% de todas as doenças respiratórias podem ser relacionadas à poluição atmosférica (WHO, 2000). Eventos que envolvem acidentes e vazamentos também representam impactos pontuais consideráveis.

1.3.1.1 Problemas Respiratórios e Outros

A Tabela 1.11 reflete os principais efeitos observados sobre a saúde humana decorrentes da exposição aos poluentes atmosféricos gerados por fontes fixas e móveis.

Diversos estudos vêm utilizando o número de internações hospitalares como indicador dos efeitos da poluição na saúde da população. O aumento no número de atendimentos em pronto-socorro, consultas médicas, admissões hospitalares e mortes, bem como o incremento no consumo de medicamentos devido às doenças respiratórias e isquêmicas do coração também estão ligados a aumentos de concentrações de PM_{10}, SO_2, CO, NO_2 (poluentes primários) e O_3, (poluente secundário). Todos esses são poluentes comumente encontrados em grandes centros urbanos (BRASIL, 2009).

Segundo informações do Sistema Único de Saúde (Datasus), no período de 2003 a 2007, as doenças respiratórias foram a segunda causa de atendimentos, só perdendo para os atendimentos ligados à gravidez/parto. Nesse período, foram contabilizados 8.124.723 atendimentos médicos relacionados a doenças do aparelho respiratório, representando 13% do universo total de todos os atendimentos. Caracterizam, também, como a quinta causa geral de mortalidade no mesmo período, apresentando uma média anual de 100.000 óbitos (BRASIL, 2009).

Tabela 1.11 Principais poluentes da atmosfera – fontes, características e efeitos na saúde.

Poluente	Características	Principais fontes	Efeitos gerais sobre a saúde humana
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho < 100 micra	Processos industriais, veículos motorizados, poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito sobre a saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite.
Partículas inaláveis (PM_{10}) e fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho < 10 micra	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras.
Dióxido de enxofre (SO_2)	Gás incolor, com forte odor, pode ser transformado em SO_3 que, na presença de vapor d'água, reage e gera ácido sulfúrico (H_2SO_4). É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, polpa e papel.	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO_2.
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	Gás marrom-avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico (HNO_3), nitratos e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incineração.	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite, diminuição da resistência às infecções respiratórias.
Monóxido de carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	Altos níveis de CO estão associados a prejuízos dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, trabalho e visão.
Ozônio (O_3)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais, sendo o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente à atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e os compostos orgânicos voláteis.	Irritação nos olhos e nas vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O_3 tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.

Fonte: Cetesb (2011)

[10] Tema elaborado com base no documento Subsídios à Elaboração da 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental: Plano Nacional de Qualidade do Ar (BRASIL, 2009).

Emergências Ambientais e Poluição do Ar

A poluição atmosférica é causada por uma série de fatores que se caracterizam, em sua essência, pela emissão de poluentes no ar de forma prolongada. Existem também as emissões causadas por acidentes que, por serem efêmeros e pontuais, não comprometem a qualidade do ar como um todo, mas podem prejudicar de forma grave o entorno imediato ao local da ocorrência.

O Ibama registra acidentes ambientais desde 2006 e, até agosto de 2011, constatou-se que 26,2% desses acidentes envolveram incêndios, explosões ou vazamentos de gases perigosos na atmosfera. O vazamento desses gases ou a incineração não planejada de produtos classificados como perigosos pode liberar para a atmosfera substâncias tóxicas, infectantes, corrosivas, radioativas e/ou asfixiantes. A resposta a um acidente desse tipo deve ser dada por pessoal especializado e, em muitos casos, há a necessidade de evacuação de pessoas.

Um exemplo de acidente foi o ocorrido, em maio de 2011, no estado de Alagoas, quando o vazamento de gás cloro de uma indústria fez com que mais de 100 pessoas, que se encontravam nas áreas limítrofes, fossem atendidas pelo sistema de saúde com sintomas de exposição ao agente químico. Outro exemplo foi o ocorrido no Maranhão, no mesmo ano, com a explosão de composição ferroviária transportando óleo diesel, ocasionando incêndio nos vagões (Figura A) e na mata adjacente (Figura B).



Figura A Explosão de vagões-tanque carregados com combustível no Maranhão, 2011.
Fonte: Ibama



Figura B Área de mata destruída após o acidente ocorrido no Maranhão em 2011.
Fonte: Ibama

1.3.1.2 Queima de Biomassa e Saúde Humana

Além das fontes móveis (veículos automotores) e fixas (indústrias) concentradas nas cidades, a poluição de fontes agrossilvipastoris (queimadas de cana-de-açúcar e incêndios florestais, bem como emissões relacionadas ao desmatamento, à agricultura e à pecuária) também contribui com impactos no meio ambiente e na saúde das pessoas.

A queima da cana-de-açúcar como etapa do processo produtivo gera grande quantidade de elementos particulados negros (fuligem da cana), prejudica o meio ambiente e causa o adoecimento de trabalhadores (exposição ocupacional) e da população que reside próximo às áreas de cultivo (exposição ambiental).

O aumento da exposição da população aos efeitos deletérios das queimadas ocorre notadamente do final de abril ao início de novembro, em especial nas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar. Assim, muitos pacientes com doenças crônicas do aparelho respiratório, principalmente bronquite crônica, enfisema e asma, citam o agravamento dos seus sintomas no período do ano que coincide com as queima da cana-de-açúcar. Indivíduos sadios apresentam irritações em vias aéreas superiores com ardor no nariz e na garganta.

Uma parcela da população, sobretudo de idosos, crianças e asmáticos, tem sua saúde agravada pela queima da cana-de-açúcar, demandando maior número de atendimentos e onerando os serviços de saúde e suas famílias. Outros efeitos e riscos associados às queimadas são neoplasias, doenças cardiovasculares, impacto nas atividades diárias das pessoas afetadas e re-hospitalização de idosos.

O uso de agrotóxicos no cultivo da cana e a fuligem das queimadas podem aumentar o risco de câncer relacionado ao trabalho. A análise da composição química das partículas de fuligem da palha da cana-de-açúcar queimada tem revelado a presença de concentrações significativas de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), compostos tóxicos com alto potencial cancerígeno e mutagênico.

1.3.2 Fontes de Poluição do Ar

Na discussão sobre as fontes de poluição do ar é importante considerar a sua localização geográfica e distribuição. Há diversas maneiras de categorização de fontes, sendo que uma das principais é frequentemente estabelecida entre fontes fixas, móveis e agrossilvipastoris.

1.3.2.1 Emissões de Fontes Fixas

As emissões de fontes fixas são as lançadas na atmosfera por qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva (difuso). Dessa forma, com-

preendem as emissões que resultam dos processos produtivos industriais e dos processos de geração de energia como é o caso das termelétricas.

No Brasil, a maior parte das grandes instalações industriais emissoras de poluentes atmosféricos – refinarias, polos petroquímicos e siderúrgicas – está concentrada em áreas urbanas. Soma-se a isso o fato de que essas áreas industriais atraem a população para seu entorno, cuja ocupação, na maioria das vezes, ocorre desordenadamente, sem planejamento, implicando no aumento da exposição dos moradores aos poluentes.

Na prática, o controle das fontes fixas pode ser feito por medidas que promovam a redução dos poluentes em suas fontes como uso de matérias-primas e insumos com menor impacto ambiental, uso de tecnologias de produção mais limpas (reuso, reutilização e reciclagem), melhoria na eficiência dos processos industriais, mudanças na matriz energética (uso de combustíveis mais limpos) e adoção de sistemas de tratamento das emissões, antes do seu lançamento na atmosfera.

As primeiras medidas de controle e prevenção da poluição industrial foram definidas nos Decretos Federais nº 1.413/75 e nº 76.389/75. Consolida tal abordagem, o II Plano Nacional de Desenvolvimento – II PND (1975 -1979) ao definir prioridade para o controle da poluição industrial, por meio do zoneamento, e estabelecer normas de localização industrial como fórmula preventiva de impactos ambientais.

O zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, previsto na Lei nº 6.803/80, estabelece que "as zonas destinadas à instalação de indústrias devem ser definidas em esquema de zoneamento urbano, aprovado por lei, que compatibilize as atividades industriais com a proteção ambiental". Segundo essa lei, as zonas de uso industrial devem ser classificadas em não saturadas, em vias de saturação e saturadas. Os programas de controle de poluição e o licenciamento para instalação, operação ou ampliação de indústrias, em áreas críticas de poluição, devem ser objeto de normas diferenciadas, segundo o nível de saturação, para cada categoria de zona industrial.

1.3.2.2 Emissões de Fontes Móveis

A atividade de transporte experimentou grande expansão nos últimos anos e isso tem sido razão de preocupação constante pelos setores de meio ambiente e saúde. O aumento da motorização individual decorrente da deficiência crônica dos sistemas de transporte de massa intensifica o tráfego nos grandes centros urbanos, causando congestionamentos frequentes e, consequentemente, gerando degradação ambiental em razão das formas de poluição do ar e sonora.

O aumento da frota veicular nas áreas metropolitanas – que apresentam as maiores concentrações de veículos – tem contribuído para a deterioração da qualidade do ar nessas áreas, bem como constitui uma das principais fontes de poluição sonora. Atualmente, um dos maiores geradores da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos são as fontes móveis em circulação nas ruas. No caso da cidade de São Paulo, por exemplo, cerca de 80% das emissões é proveniente das fontes móveis (BRASIL, 2009).

Dados da Cetesb (2011), para 2010, indicam que na RMSP os veículos foram responsáveis por 97% das emissões de CO, 77% de hidrocarbonetos, 82% de NO_x, 36% de SO_x e 40% de material particulado.

Desde 1986, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), instituído pela Resolução nº 18 do Conama, constitui, até a data atual, o programa oficial do Governo federal para a redução da poluição do ar causada por poluentes de origem veicular.

Devido à dificuldade de elaboração de inventários de emissões dos diferentes tipos de poluentes, o monitoramento é uma alternativa ao conhecimento da concentração dessas substâncias prejudiciais à saúde humana. Considerando que boa parte dessa poluição está normalmente concentrada em áreas metropolitanas densamente povoadas, com grande contingente de veículos e indústrias, a melhor forma de avaliar a qualidade do ar é realizar medições das concentrações dos poluentes no ambiente urbano.

O monitoramento das áreas urbanas, em vista da grande exposição da população aos poluentes, visa alertar sobre níveis inseguros e danosos à saúde. A Resolução Conama nº 3/90 estabeleceu limites de concentração para sete poluentes: partículas totais em suspensão (PTS); fumaça (FMC); partículas inaláveis (PM_{10}); dióxido de enxofre (SO_2); monóxido de carbono (CO); ozônio (O_3); e dióxido de nitrogênio (NO_2).

Poluição Sonora

Considerado como um problema recorrente nos centros urbanos, a poluição sonora interfere diretamente na saúde e no bem-estar da população. Definida como o conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras, manifestadas ao mesmo tempo num ambiente qualquer, a poluição sonora pode ocasionar, entre outros quadros clínicos, distúrbios do sono, estresse, perda da capacidade auditiva, dores de cabeça e alergias.

A Resolução Conama nº 1, de 8 de março de 1990, é considerada o marco nacional regulatório no controle do excesso de ruídos. Ela define padrões, critérios e diretrizes para o controle dos ruídos gerados em quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Naquela mesma data, foi publicada a Resolução Conama nº 02, que institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora (Silêncio), e que lançou as bases para ações de efetivo controle e fiscalização da poluição sonora.

O Programa Silêncio é nacionalmente coordenado pelo Ibama, mas compete aos estados e municípios o estabelecimento e implementação dos programas regionais e locais de educação e controle da poluição sonora. Das iniciativas realizadas em âmbito nacional, destacam-se o Selo Ruído e o controle do ruído de veículos automotores rodoviários.

O Selo Ruído, estabelecido pela Resolução Conama nº 20/94, objetiva dar informação ao consumidor do valor de ruído emitido, em decibel (dB), pelos eletrodomésticos, tais como liquidificador, secador de cabelo e aspirador de pó. Por sua vez, o controle de ruído automotivo previsto na Resolução Conama nº 272/00 está incorporado ao processo de homologação dos veículos quanto às emissões gasosas.

Das iniciativas municipais, destaca-se o Programa de Silêncio Urbano (PSIU) da Prefeitura de São Paulo, instituído em 1994, que prevê o controle e a fiscalização do ruído excessivo nesse município.

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IBGE, 2010a) apresentam dados relativos às concentrações de alguns poluentes nas principais regiões metropolitanas que realizam monitoramento da qualidade do ar (Figura 1.20 e Figura 1.21). É importante observar que o monitoramento da qualidade do ar em cada região metropolitana é diferenciado tanto pelas metodologias usadas, equipamentos e número de estações quanto pelas condições geográficas e meteorológicas locais. Dessa forma, a comparação entre os valores apresentados pelas diferentes cidades deve ser feita com cuidado, levando em consideração essas ressalvas.

Ainda que em alguns casos certos poluentes apresentem valores acima dos padrões de qualidade do ar, a maioria apresenta, ao longo do tempo, uma tendência geral estacionária ou de declínio das concentrações máxima e média. Esse resultado decorre, ao menos em parte, de programas como o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar) e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), voltados à redução das concentrações de poluentes na atmosfera.

O declínio de concentrações é mais acentuado e evidente para os particulados (PTS e PM_{10}), provavelmente reflexo do controle das emissões veiculares, das mudanças tecnológicas nos motores e da melhoria na qualidade dos combustíveis. Apesar disso, os valores de concentração anual média de PTS e PM_{10} são ainda elevados para algumas cidades e regiões metropolitanas (IBGE, 2010a).

Na Figura 1.20, ao contrário do observado para SO_2 e NO_2, as concentrações anuais médias de PTS e PM_{10} em algumas regiões metropolitanas estão acima do padrão primário do Conama. No caso do Distrito Federal, os elevados valores de PTS refletem, provavelmente, as condições climáticas locais e a ocorrência de queimadas no entorno de Brasília durante a estação seca.

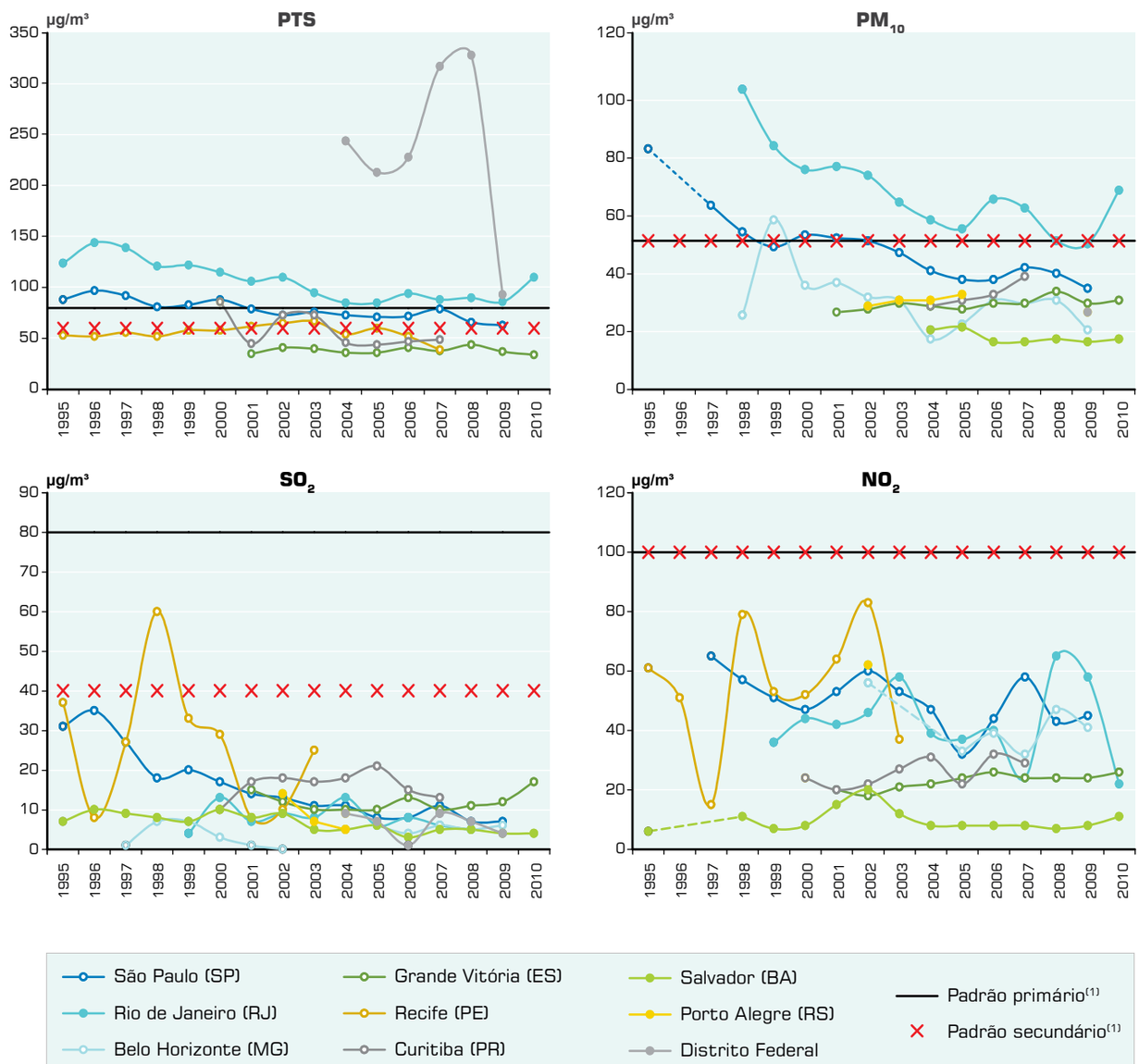


Figura 1.20 Concentração média anual, por tipo de substância, nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Curitiba, Distrito Federal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo, Recife e Vitória – 1995-2010.

Fonte: IBGE (2010a)

(1) Padrões primário e secundário de acordo com a Resolução Conama nº 3/1990 (ver Tabela 1.12).

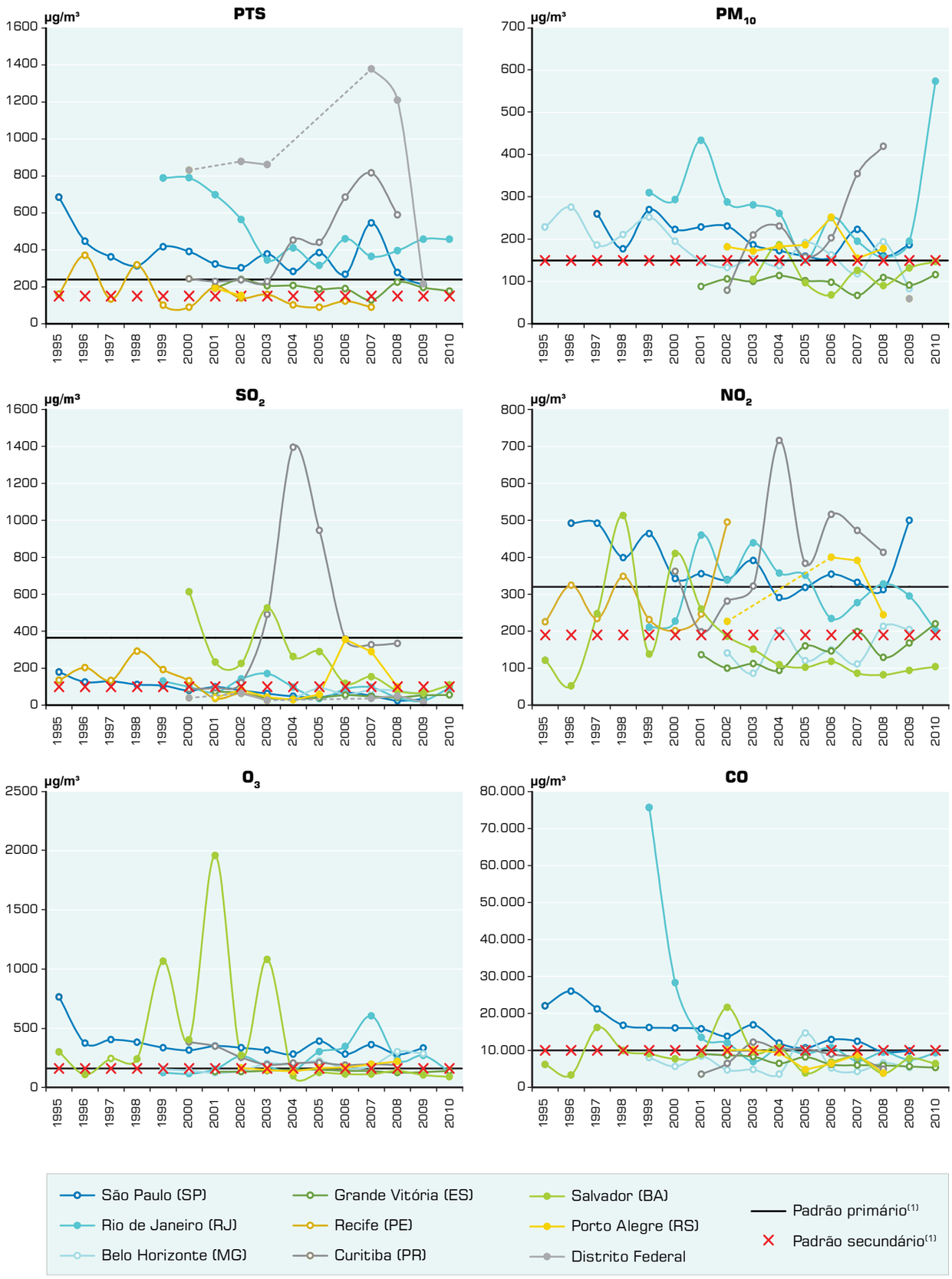


Figura 1.21 Máxima concentração anual, por tipo de substância, nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Curitiba, Distrito Federal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo, Recife e Vitória – 1995-2010.

Fonte: IBGE (2010a)

(1) Padrões primário e secundário de acordo com a Resolução Conama nº 3/1990 (ver Tabela 1.12).

A mais evidente exceção à tendência de queda nas concentrações máximas é mostrada pelo O_3 (Figura 1.21). Esse poluente, de difícil controle, é gerado na baixa atmosfera por reações fotoquímicas entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, ambos oriundos da queima de combustíveis fósseis. O aumento da frota de veículos automotores nas grandes cidades brasileiras dificulta o controle das concentrações do O_3.

Apesar das tendências positivas de redução geral dos poluentes, quase todas as regiões metropolitanas apresentaram, nos últimos 5 anos, valores de máxima concentração anual de pelo menos um dos indicadores em níveis acima do padrão primário.

1.3.2.3 Emissões de Fontes Agrossilvipastoris

A poluição do ar não é um problema restrito aos grandes centros urbanos brasileiros e sua causa mais frequente não é somente devido às indústrias ou aos veículos automotores, mas, também, a outras fontes como ruas e estradas sem pavimentação e também queimadas e incêndios florestais.

As queimadas continuam muito presentes na agricultura e geram efeitos indesejáveis, pois aumentam a poluição do ar e também contribuem para aumentar os GEEs, em particular o CO_2. Estima-se que mais de 98% sejam de natureza agrícola, sendo essa prática empregada como o método mais econômico para a conversão da floresta em lavouras.

As altas temperaturas das chamas da combustão e a ocorrência de circulações gerais da atmosfera favorecem o movimento convectivo ascendente e podem ser responsáveis pela elevação desses poluentes até a troposfera, onde podem ser transportados para regiões distantes das fontes emissoras. Esse transporte resulta na distribuição espacial de fumaça sobre extensa área, superior à região onde estão concentradas as queimadas. Os efeitos dessas emissões excedem, portanto, a escala local, poluindo grande parte da América do Sul.

Na região amazônica, os níveis de material particulado inalável passam de 300 $\mu g/m^3$ durante os picos das queimadas. A Figura 1.22 mostra as concentrações de partículas inaláveis finas ($PM_{2.5}$) e partículas inaláveis grossas (PM_{10}) para a região de Alta Floresta, no Mato Grosso, no período de 1993 a 2000. Valores tão altos quanto 400 ou 500 $\mu g/m^3$ foram registrados, sendo que o limite estipulado pela Resolução Conama nº 3/1990 para PM_{10} é de uma média anual de 50 $\mu g/m^3$, com valor máximo diário de 150 $\mu g/m^3$, ou seja, os valores limites têm sido sistematicamente ultrapassados nos períodos críticos das queimadas.

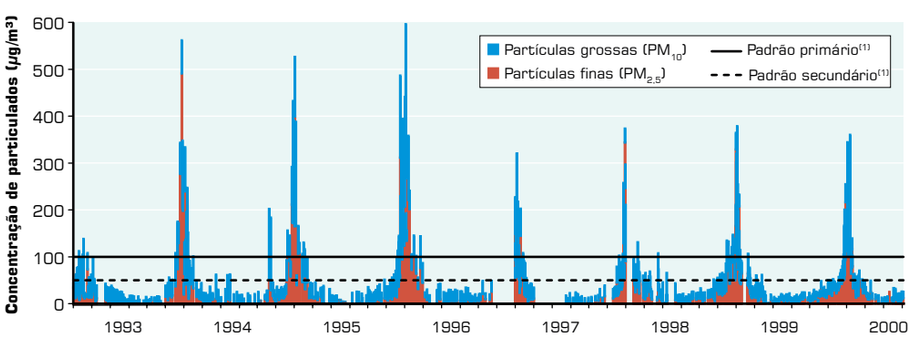


Figura 1.22
Concentração de partículas inaláveis grossas (PM_{10}) e partículas inaláveis finas ($PM_{2.5}$) na região de Alta Floresta/MT no período de 1993 a 2000.

Fonte: Brasil (2009)

(1) Padrões primário e secundário de PM_{10} de acordo com a Resolução Conama nº 3/1990 (ver Tabela 1.12).

1.3.3 Padrões de Qualidade e Limites de Poluentes

Uma vez que muitas substâncias podem poluir o ar, um conjunto dos principais poluentes indicadores de poluição atmosférica são normalmente utilizados na caracterização da qualidade do ar. A necessidade do estabelecimento de limites de poluentes tanto os presentes na atmosfera quanto os lançados nela culminou em uma série de instrumentos legais que definem:

- Padrões de qualidade do ar: concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.
- Limites máximos de emissão: quantidade máxima de poluentes permissível de ser lançada para a atmosfera por fontes poluidoras.

1.3.3.1 Padrões de Qualidade do Ar

No Brasil, de acordo com a Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990, o monitoramento de poluentes deve se concentrar em sete indicadores de poluição do ar: partículas totais em suspensão (PTS), fumaça (FMC), partículas inaláveis (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e dióxido de nitrogênio (NO_2). Esses indicadores foram selecionados com o intuito de identificar concentrações de poluição típicas do ar. Porém, essa seleção não exclui o fato de que outras substâncias possam representar ameaça considerável à saúde humana e ao meio ambiente, nos níveis atuais, em áreas urbanas e industrializadas.

Por definição, a poluição do ar ocorre quando alterações das características físicas, químicas e biológicas normais da atmosfera resultam em danos reais ou potenciais aos seres humanos e ao meio ambiente. Destarte, pressupõe-se a existência de níveis de referência para identificar a atmosfera poluída. O nível de referência sob o aspecto legal é denominado "Padrão de Qualidade do Ar", cuja previsão normativa estabeleceu padrões primários e secundários de qualidade[11], instituídos pela Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989, dispondo sobre o Pronar.

A Resolução Conama nº 3/1990 estabeleceu os valores dos padrões primários e secundários de qualidade do ar,

[11] A Resolução Conama nº 5/1989 estabeleceu os conceitos de ***padrões primários de qualidade do ar*** como as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo; e os ***padrões secundários de qualidade do ar*** como as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

bem como os níveis de atenção, alerta e emergência, cujos limites de concentração estão exibidos na Tabela 1.12. A referida Resolução indica que é atribuição das Unidades da Federação o monitoramento da qualidade do ar, contudo, tal prática é realizada, de fato, somente em algumas metrópoles.

Tabela 1.12 Padrões de qualidade do ar – concentrações máximas dos poluentes ($\mu g/m^3$).

Parâmetro	Padrão Primário		Padrão Secundário		Atenção	Alerta	Emergência
PTS	240[a]	80[d]	150[a]	60[d]	375[a]	625[a]	875[a]
Fumaça	150[a]	60[e]	100[a]	40[e]	250[a]	420[a]	500[a]
PM_{10}	150[a]	50[e]	150[a]	50[e]	250[a]	420[a]	500[a]
SO_2	365[a]	80[e]	100[a]	40[e]	800[a]	1.600[a]	2.100[a]
CO	10.000[b]	40.000[c]	10.000[b]	40.000[c]	17.000[b]	34.000[b]	46.000[b]
O_3	160[c]	-	160[c]	-	400[c]	800[c]	1.000[c]
NO_2	320[c]	100[e]	190[c]	100[e]	1.130[c]	2.260[c]	3.000[c]

Fonte: Resolução Conama nº 3/1990
Legenda: PTS – Partículas totais em suspensão; PM_{10} – Partículas inaláveis; SO_2 – Dióxido de enxofre; CO – Monóxido de carbono; O_3 – Ozônio; NO_2 – Dióxido de nitrogênio.
Tempo de amostragem/médias utilizadas: [a] 24 h; [b] 8h; [c] 1h; [d] Média geométrica anual; [e]Média aritmética anual.

1.3.3.2 Limites Máximos de Emissões de Poluentes

Os limites máximos de emissões para fontes móveis ou fixas constituem-se em instrumentos de controle da poluição atmosférica estabelecidos em legislação, com o objetivo de garantir os níveis toleráveis de poluentes emitidos por tipo de fonte, bem como limitar as contribuições individuais para a poluição total em determinada área. São exemplos de legislações a Resolução Conama nº 18/86, que estabeleceu o Proconve para fontes móveis, e as Resoluções Conama nº 382/2006 e nº 436/2011, que especificaram limites para as fontes fixas.

A Resolução nº 382/2006, complementada pela Resolução nº 436/2011, definiu limites máximos de emissões para os poluentes de 13 setores e 52 fontes diferentes de processos industriais. As tipologias englobam a quase totalidade dos processos produtivos, entre eles os principais são: processos de combustão externa de óleo combustível, de gás natural, de biomassa de cana-de-açúcar, de derivados da madeira; turbinas a gás para a geração de energia elétrica; refinarias de petróleo; fabricação de celulose; indústria de alumínio primário; fornos de fusão de vidro; indústria do cimento; produção de fertilizantes; e indústrias siderúrgicas.

1.3.4 Políticas e Ações de Controle da Poluição Atmosférica

As disposições da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) têm sido continuamente regulamentadas por meio de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), sendo as relativas à poluição atmosférica as seguintes: a Resolução nº 5/1989, que institui o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (Pronar); a Resolução nº 3/1990, que define os padrões de qualidade do ar; a Resolução nº 382/2006, que estabelece limites de emissão de poluentes atmosféricos para determinadas fontes fixas; e um conjunto de resoluções disciplinadoras do Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve).

1.3.4.1 Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)

A instituição da PNMA – ao estabelecer o princípio do controle das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, a fim de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental – reconhece a relação intrínseca entre saúde e meio ambiente, e define poluição como a "degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população".

A PNMA estabelece instrumentos de gestão ambiental como os padrões de qualidade, o zoneamento industrial, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e o sistema nacional de informações sobre meio ambiente.

1.3.4.2 Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA)

Em 2009, o Governo federal assumiu a responsabilidade de trazer à reflexão necessidades e desafios atuais, que visem à proteção da qualidade do ar e da saúde ambiental no Brasil. Com efeito, foi firmado o Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental, um verdadeiro fórum de reflexões sobre o assunto e balizador para a construção do Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA) – lançado durante a 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental (CNSA), ocorrida de 9 a 12 de dezembro de 2009 em Brasília/DF.

O PNQA será concebido de forma coletiva com os estados e demais instituições ligadas ao tema e à sociedade. O objetivo do PNQA será "... proteger o meio ambiente e a saúde humana dos efeitos da contaminação atmosférica, por meio da implantação de uma política contínua e integrada de gestão da qualidade do ar no País".

1.3.4.3 Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar)

A Resolução Conama nº 5/1989 criou o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar) com o objetivo de "permitir o desenvolvimento econômico e social do País, de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas à melhoria da qualidade do ar, ao atendimento dos padrões estabelecidos e ao não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradadas".

Para alcançar tais objetivos, o Pronar definiu a limitação dos níveis de emissão de poluentes e adotou como estratégia básica limitar as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, sendo a definição dos padrões de qualidade do ar considerada uma ação complementar de controle. Além disso, previu medidas como a classificação das áreas por classes, de acordo com o nível desejado de qualidade do ar; o monitoramento da qualidade do ar; o licenciamento ambiental de fontes de poluição; o inventário nacional de fontes

e poluentes; e a interface com outras medidas de gestão e capacitação dos órgãos ambientais.

Sob a perspectiva conceitual, o Pronar tem uma ótica de gestão e como meio de instrumentalizar suas medidas cria ou incorpora programas como: (i) Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores (Proconve); (ii) Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial (Pronacop); (iii) Programa Nacional de Avaliação da Qualidade do Ar; Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar; e (iv) Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar.

De modo a complementar a Resolução Conama nº 5/1989, foram aprovadas as Resoluções Conama nº 3/1990 e nº 382/2006, que definem, respectivamente: (1) os padrões de qualidade do ar e critérios mínimos para o monitoramento; (2) os limites de emissão para poluentes e fontes específicas, delineando regras mínimas sobre o monitoramento dessas emissões.

1.3.4.4 Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve)

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), criado pela Resolução nº 18, de 6 de maio de 1986, vem sendo implementado por um rol de resoluções específicas que estabelecem diretrizes, prazos e padrões legais de emissão admissíveis para as diferentes categorias de veículos automotores nacionais e importados.

O Proconve baseia-se em experiência internacional e tem como meta principal a redução da poluição atmosférica causada pelas fontes móveis, pela fixação dos limites máximos de emissão dos veículos novos, leves e pesados, e a especificação da qualidade dos combustíveis no sentido de minimizar seu potencial poluidor. Dessa forma, o Proconve induz o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e estabelece exigências tecnológicas para veículos, cuja comprovação é feita por ensaios padronizados.

O Brasil, ao adicionar em torno de 22% de álcool à gasolina, passou a produzir um combustível de elevada qualidade sob o ponto de vista ambiental. É considerado um dos países pioneiros na utilização, em larga escala, de compostos oxigenados à gasolina e no uso de combustíveis renováveis. A disponibilidade do etanol hidratado e da mistura etanol-gasolina implicou na redução drástica das concentrações de chumbo na atmosfera, tendo em vista que o etanol passou a ser utilizado como substituto do aditivo à base de chumbo (chumbo tetraetila), que foi totalmente retirado do combustível nacional desde 1991. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe reduções imediatas da ordem de 50% na emissão de monóxido de carbono da frota antiga dos veículos.

Por conseguinte, a Lei nº 8.723/1993 reforçou a área de atuação do Proconve, obrigando os fabricantes de motores e veículos automotores e de combustíveis à adoção de providências necessárias para reduzir os níveis de emissão de poluentes atmosféricos nos veículos comercializados no País.

Recentemente, foi instituído pela Resolução Conama nº 433/2011, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores para Máquinas Agrícolas e Rodoviárias (Proconve-MAR), que estabelece limites de emissão para esse setor.

No tocante às emissões, desde a implantação do programa, ocorreu a redução no escapamento dos veículos em até 97% de poluentes. Antes do programa, a emissão média de monóxido de carbono, por exemplo, era de 54 g/km por veículo e, atualmente, essa emissão é de 0,3 g/km.

Mesmo com o crescimento de 215% da frota desde 1980, cerca de 12 vezes maior que o crescimento da população, da ordem de 18%, esses resultados provam efetividade no controle sobre a poluição atmosférica, garantindo a manutenção da qualidade do ar, principalmente nas grandes cidades, e contribuindo para a melhoria da saúde da população.

1.3.4.5 Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot)

Em 2002, de forma complementar ao Proconve, foi instituído o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot), por meio da Resolução Conama nº 297/2002, com o objetivo de reduzir a poluição do ar por fontes móveis dessa modalidade de transporte.

O vertiginoso crescimento do segmento das motocicletas e veículos similares nos últimos anos e seu perfil de utilização, notadamente no segmento econômico de prestação de serviços de entregas em regiões urbanas, tornou necessário o estabelecimento de um programa específico para o controle das emissões dessa categoria de veículo automotor.

Em comparação com os automóveis, as motocicletas emitem 16 vezes mais hidrocarbonetos, três vezes mais monóxido de carbono e uma quantidade altíssima de outros poluentes na atmosfera. Uma única motocicleta, com motor de quatro ou dois tempos, emite muito mais poluentes do que um utilitário-esportivo de grande porte. Nas grandes metrópoles, a preocupação com a poluição das motocicletas é ainda maior. Enquanto um carro roda em média 30 quilômetros por dia, as motos de entrega percorrem até 180 quilômetros, poluindo tanto quanto 120 automóveis (BRASIL, 2009).

A legislação que fundamenta o Promot, baseada nas legislações vigentes na Europa, estabelece um marco legal que foi bem recepcionado pelo segmento de fabricantes e importadores de motociclos no País. Em consequência, houve redução em 2/3 da emissão de monóxido de carbono em relação aos modelos anteriores sem controle de emissão.

Em síntese, o Promot estabelece limites de emissão para gases poluentes provenientes de motocicletas novas e prevê exigências quanto à durabilidade das emissões, o controle da qualidade da produção, os critérios para a implantação de programas de inspeção e manutenção periódica e a fiscalização em campo.

Em 2000, uma motocicleta nova emitia uma quantidade 16 vezes superior de monóxido de carbono que um veículo novo (12 gramas por quilômetro rodado para 0,73 grama por quilômetro de um automóvel). Já no ano de 2006, esse índice baixou para 2,3 g/km em motos contra 0,33 g/km dos carros (os dados referem-se a motos com motores de 150 cilindradas ou menos). Observa-se, assim, que com a implantação do programa, houve redução das emissões em cerca de 80% para o monóxido de carbono e 70% para os hidrocarbonetos (BRASIL, 2009).

1.3.4.6 Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso (Programas de I/M)

A redução dos níveis de emissão dos veículos novos é fator fundamental, mas não garante, por si só, a melhoria da qualidade do ar. É necessário garantir também que os veículos sejam mantidos ao longo de sua vida útil conforme as especificações do fabricante. Assim sendo, as regulamentações que criaram o Proconve e o Promot, analogamente a programas similares implantados em diversos países, preveem em seus escopos a implantação de programas de inspeção ambiental e a manutenção de veículos em uso.

Limites Máximos de Emissão e Resultados do Proconve

O Ibama tem exercido a coordenação e supervisão da implementação das medidas do Proconve em vigor, acompanhando a realização de testes de homologação, emitindo as Licenças de Configuração de Veículo e Motor (LCVM) e participando das reuniões técnicas sobre o assunto no País e no exterior.

A LCVM é uma licença exigida pelo Proconve para a comercialização de todo modelo de veículo automotor no território brasileiro. A emissão dessa licença pelo Ibama depende da homologação dos veículos que estiverem em conformidade com os padrões de emissão vigentes.

Entre os principais objetivos do Proconve, destaca-se o de "reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos". Para isso, têm sido estabelecidos e atualizados os limites máximos para emissão de poluentes de veículos de acordo com fases sucessivas com limites cada vez mais restritivos. Nessas fases aconteceram inovações tecnológicas nos veículos que possibilitaram a redução das emissões.

O controle pelo Proconve é executado a partir da classificação dos veículos em razão de seu peso bruto total, sendo as fases caracterizadas por: "L" para veículos leves (até 3.856kg), categoria com seis fases atualmente (L1 a L6); e "P" para veículos pesados (mais de 3.856 kg), categoria com sete fases (P1 a P7).

A Figura A ilustra a evolução dos limites de emissões veiculares do Proconve, discriminados por veículos leves de passageiros e veículos pesados (ônibus e caminhões).

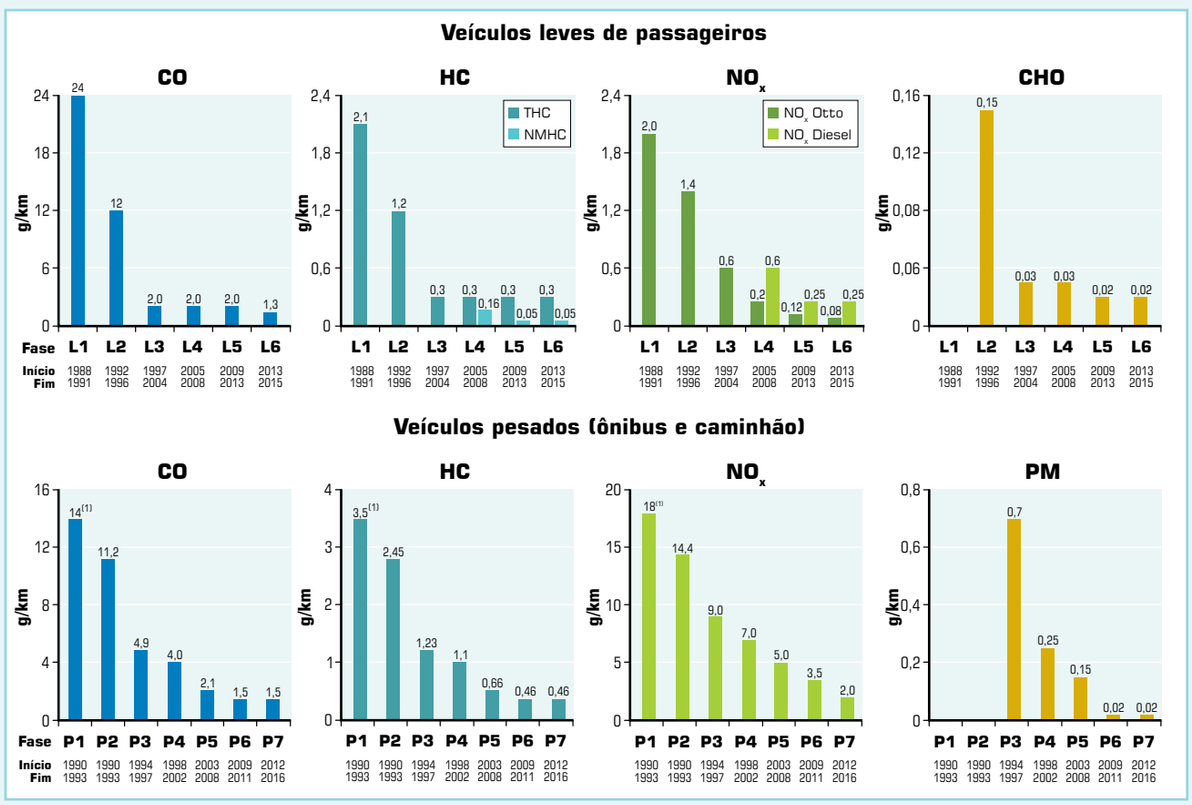


Figura A Evolução do limite das emissões de veículos leves e veículos pesados.
Fonte: Adaptado de Brasil (2009)

(1) Esses limites de emissão não foram exigidos legalmente.
Legenda: CO – monóxido de carbono; HC – hidrocarbonetos; THC – hidrocarbonetos totais; NMHC – hidrocarbonetos não metano; NO_x – óxidos de nitrogênio; CHO – aldeídos totais; PM – material particulado.

Um estudo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 2006) realizou uma estimativa da contribuição do Proconve para a redução da poluição do ar, utilizando como estudo de caso a Região Metropolitana de São Paulo – reconhecidamente uma das áreas mais afetadas pela poluição do ar de origem veicular no País e possuidora de uma frota importante em termos quantitativos e qualitativos, representando, assim, uma boa amostra da frota nacional.

Para avaliar o resultado da implantação do Proconve, estimou-se o seu impacto nas emissões de CO, HC e NO_x dos veículos leves de passageiros da RMSP no período 2002 e 2010. Para isso, foram elaborados três cenários:

- Cenário "Com Proconve" — caso em que supõe-se que a situação atual perdure, apenas com os avanços previstos pela atuação do Proconve.
- Cenário "Sem Proconve – Otimista" — simula as emissões caso o Proconve não tivesse sido implantado, considerando uma evolução tecnológica independentemente de considerações ambientais induzidas pelo Programa.
- Cenário "Sem Proconve – Pessimista" — representa a improvável situação de que, pelo menos em termos de emissões, os veículos novos vendidos mantiveram, até 2010, as mesmas características dos veículos vendidos nas décadas de 1970 e 1980.

A Figura B sumariza os resultados do estudo, apresentando os três cenários para emissões de CO, HC e NO_x.

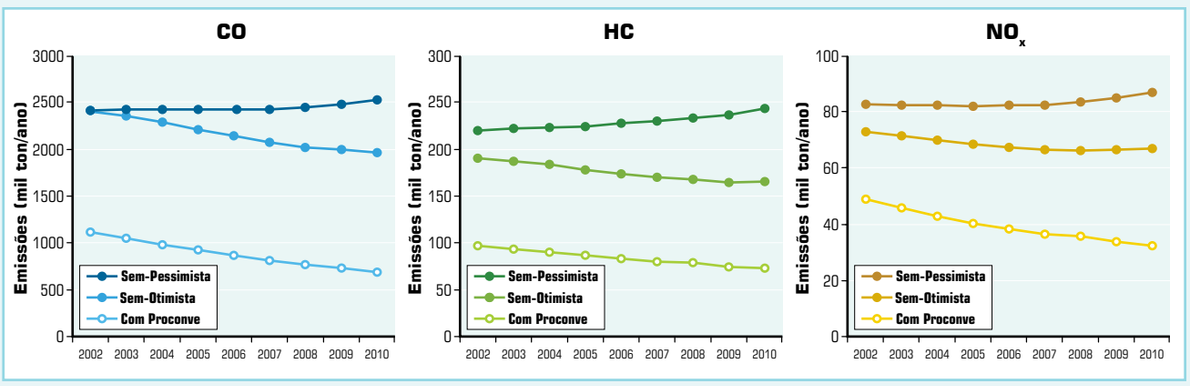


Figura B Emissões de CO, HC e NO_x nos cenários "Sem Proconve - Pessimista", "Sem Proconve - Otimista" e "Com Proconve".
Fontes: Adaptado de UFRJ (2006)
Legenda: CO – monóxido de carbono; HC – hidrocarbonetos; NO_x – óxidos de nitrogênio.

Os resultados mostram que ao Proconve pode ser creditada a redução de, pelo menos, a metade das emissões de CO e HC e 1/3 das emissões de NO_x, levando-se em conta os resultados mais conservadores (e possivelmente próximos da realidade) do cenário "Sem Proconve – Otimista". Utilizando a argumentação do cenário "Sem Proconve – Pessimista", essas reduções seriam de, aproximadamente, 57% para as emissões de CO, 58% para HC e 44% para NO_x.

A simulação previu que os ganhos avançam com o tempo. Dessa forma, em 2010 o Proconve pode ter sido responsável pela retirada de, pelo menos, 2/3 das emissões de CO, em torno de 56% das emissões de HC e pouco mais da metade das emissões de NO_x da frota de veículos leves da RMSP.

Em que pese as magnitudes das remoções, a evolução relativa das reduções de cargas poluentes é tímida – de 53,5% em 2002, para 64,8% em 2010, para CO; de 49,5% para 56% em HC e de 32,6% para 51,5% para as emissões de NO_x no cenário "Otimista".

A pesquisa revelou que os veículos antigos são responsáveis por boa parte das emissões. Apesar de a frota total estar crescendo, as emissões são reduzidas em função da entrada de veículos mais novos em circulação. Dessa forma, pode-se afirmar que uma parcela importante dos ganhos esperados do Proconve ainda está por vir, com o sucateamento natural dos veículos antigos. Assim, a alteração dos níveis de emissões ocorre em função da substituição de veículos mais velhos (e mais poluidores) por veículos mais novos, construídos para atender às especificações do Proconve. Tal substituição dos veículos mais antigos por novos tem um efeito significativo na redução das emissões.

As simulações mostram que o Proconve é capaz de sustentar uma gradual redução das emissões de poluentes. Porém, para obter avanços mais significativos, em termos de qualidade do ar, são necessários programas complementares como o de inspeção e manutenção veicular e outros.

Os resultados alcançados pelo Proconve mostram que a estratégia para implantação no Brasil de programas de controle de emissão de poluentes por veículos automotores foi montada adequadamente. O êxito do Proconve deve-se a cronogramas bem elaborados, com etapas cada vez mais restritivas, e sempre em sintonia com a realidade brasileira.

Dessa forma, o Proconve tem contribuído de forma importante para a redução das emissões de poluentes de origem veicular, determinando padrões de emissão que estimularam a indústria automobilística a adequar a tecnologia veicular a esses novos padrões. Os expressivos resultados ambientais alcançados, bem como a eficácia na implantação das fases, demonstram que o Proconve constitui-se em um dos programas mais bem-sucedidos em termos de políticas públicas para o setor ambiental no Brasil.

Os Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso (Programas I/M) são considerados uma das principais linhas de ação ao combate da poluição atmosférica veicular. Esse tipo de programa encoraja a manutenção correta dos veículos e desestimula a adulteração dos dispositivos de controle de emissões, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar e para a economia de combustível. Em outras palavras, objetiva manter as emissões aprovadas no licenciamento do veículo dentro dos padrões ambientais estabelecidos.

Os Programas I/M são uma forma eficaz de controlar a emissão de gases poluentes liberados pelos escapamentos dos veículos. Atualmente, cerca de 50 países fazem a inspeção veicular, cujas peculiaridades na sistematização dos veículos variam em função, principalmente, dos tipos de combustíveis utilizados no País. No caso brasileiro, os programas de inspeção veiculares medirão nos veículos que utilizam gasolina, álcool ou gás natural, gases poluentes como CO, CO_2 e hidrocarbonetos, e nos veículos a diesel a emissão de material particulado.

No Brasil, os governos estaduais e municipais ficam autorizados a estabelecer, por meio de planos específicos, normas e medidas adicionais de controle de poluição do ar para os veículos automotores em circulação, conforme disposto na Lei nº 8.723/93, esta que, alterada pela Lei nº 10.203/01, estabeleceu a possibilidade de os municípios, com frota igual ou superior a três milhões de veículos, implantarem programas próprios de inspeção.

As diretrizes básicas para a implementação dos Programas I/M foram regulamentadas pela Resolução Conama nº 7, de 31 de agosto de 1993. No decorrer dos anos, foi necessário que o Conama promovesse atualizações do programa quanto à sua forma de execução e operação por meio das Resoluções Conama nº 18/1986, nº 15/1994, nº–18/1995, nº 227/1997, nº 251/1999, nº 252/1999 e nº 256/1999. Dessas normas legais, a Resolução Conama nº 15/1994 merece destaque ao vincular a implantação de Programa I/M à elaboração, pelo órgão ambiental estadual, de um Plano de Controle de Poluição por Veículos em Uso (PCPV), que deve caracterizar, de forma clara e objetiva, as medidas de controle, as regiões priorizadas e seus embasamentos técnicos e legais.

1.3.4.7 Inventário de Emissões de Poluentes do Ar por Fontes Móveis

O Inventário de Emissões de Poluentes do Ar por Fontes Móveis, com o objetivo de desenvolver metodologias que permitam o cadastramento e a estimativa das emissões, bem como o devido processamento dos dados referentes às fontes de poluição do ar, representa, em nível federal e estadual, um marco importante para a efetiva implantação dos instrumentos de gestão da qualidade do ar instituídos pela Resolução Conama nº 5/89. Alguns poucos estados e mesmo setores e corporações vêm tentando (ou tentaram em algum momento) elaborá-lo de forma tímida e descontínua e com diferentes metodologias, o que resultou em dificuldades para sua plena aplicação, em quaisquer escalas.

Em 2010, foi publicado o 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (BRASIL, 2011c), contendo informações sobre as emissões dos poluentes regulamentados pelo Proconve. Com esse Inventário, foram elucidadas as contribuições relativas das frotas de automóveis, veículos comerciais leves, ônibus, caminhões e motocicletas, e, como as diferentes fases do Proconve – responsáveis, desde 1986, pela introdução de combustíveis e tecnologias automotivas diferenciadas – influenciaram e ainda poderão influenciar esse cenário.

1.3.4.8 Nota Verde[12]

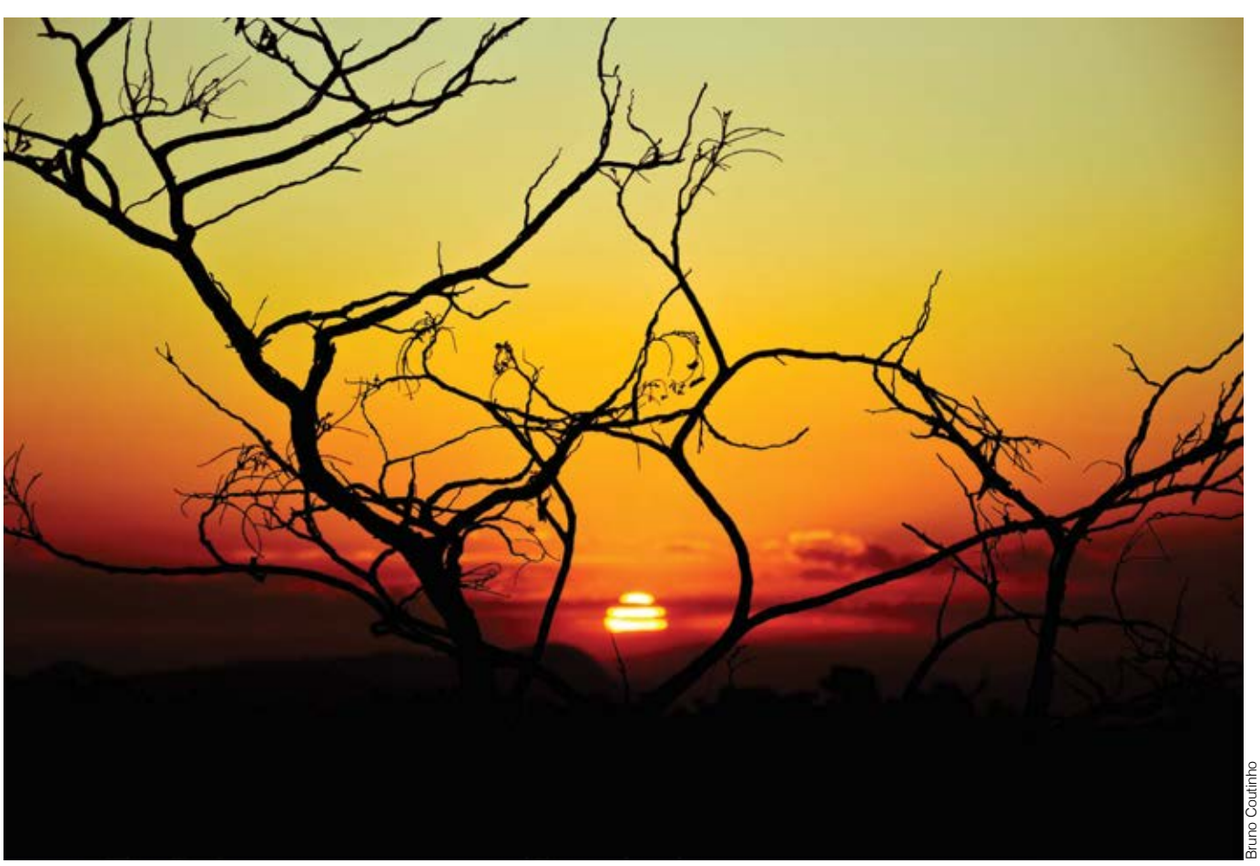
O instrumento Nota Verde promove a classificação dos veículos leves de acordo com suas emissões. Esse instrumento objetiva ampliar o consumo consciente, uma vez que o comprador pode agregar outros itens aos já tradicionais parâmetros de escolha de marcas e modelos de automóveis, permitindo comparar os automóveis novos, segundo os níveis de emissão de poluentes controlados, bem como o dióxido de carbono (CO_2), que contribui para o efeito estufa.

Esse referencial de informação pode reforçar o consumo consciente ao possibilitar a classificação dos automóveis em um índice que reúne tanto as emissões quanto os já tradicionais parâmetros de escolha de um veículo como potência, consumo e tipo de combustível. Constitui-se, também, de um instrumento de estímulo ao setor automotivo pela busca de tecnologias ambientalmente mais adequadas para o desenvolvimento de motores e combustíveis.

1.3.4.9 Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar (Vigiar)

Em 2001, foi constituída a Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar (Vigiar) como parte integrante do Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA) e vinculada ao Ministério da Saúde.

A Vigiar tem como principal objetivo a promoção da saúde da população exposta a fatores ambientais relacionados aos poluentes atmosféricos. Essa vigilância prioriza regiões onde existam diferentes atividades de natureza econômica ou social que gerem poluição atmosférica que caracterize fator de risco para as populações expostas, denominadas Áreas de Atenção Ambiental Atmosférica de Interesse para a Saúde (4AS).



Bruno Coutinho

[12] O Ibama disponibiliza em seu sítio eletrônico o Nota Verde, uma ferramenta de informação à sociedade sobre os níveis de emissão de diferentes marcas e modelos de veículos fabricados e/ou vendidos no Brasil.

Os objetivos específicos de atuação da Vigiar são:

- Prevenir e reduzir os agravos à saúde da população exposta a fatores ambientais relacionados aos poluentes atmosféricos.
- Identificar e avaliar os efeitos agudos e crônicos.
- Estimular a intersetorialidade e interdisciplinaridade entre os órgãos que possuam interface com a saúde, no que diz respeito às questões de qualidade do ar.
- Subsidiar o setor ambiental na formulação e execução de estratégias de controle da poluição do ar.
- Fornecer elementos para orientar as políticas nacionais e locais de proteção à saúde da população, diante dos riscos decorrentes da exposição aos poluentes do ar.

Nesse sentido, o campo de atuação da Vigiar passou a ser constituído por localidades onde as populações estão expostas a poluentes atmosféricos provenientes de regiões metropolitanas, centros industriais, áreas sob impacto de mineração e áreas sob influência da queima de biomassa.

1.3.4.10 Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Desde a aprovação do Pronar, ainda não foram completamente estabelecidos nem o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade do Ar, tampouco o Inventário de Fontes Poluidoras do Ar (com exceção do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, publicado em 2010). Apesar dos avanços percebidos no âmbito do Sisnama, atualmente, a gestão da qualidade do ar tem sido tratada por ações isoladas em alguns poucos estados e municípios, que se concentram na aplicação de instrumentos de comando e controle, mas que não refletem o planejamento setorial, territorial ou ambiental em sua forma mais ampla.

O quadro de competências impresso no Sisnama estabelece que as ações para a proteção da qualidade do ar devem ser executadas coordenada e compartilhadamente segundo diretrizes elaboradas em escala nacional. Assim, sob a perspectiva executiva do Pronar, sua gestão é uma atribuição preponderante dos estados, por meio de seus respectivos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (Oemas), como fios condutores da implantação de planos e programas de proteção.

Nessa perspectiva, para dimensionar o alcance, as oportunidades e as dificuldades da implantação de um plano nacional de ação, um estudo elaborado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema), em parceria com o MMA e com os Oemas, por meio de consultas aos órgãos ambientais das 27 Unidades da Federação, identificou como estão sendo implementados os instrumentos de gestão da qualidade do ar em 22 delas, conforme descritos na Tabela 1.13.

No plano normativo, são poucos os estados que contam com legislações de apoio à gestão ou aplicação de penalidades em caso de descumprimento dos padrões de qualidade do ar e dos limites de emissão de poluentes. Apenas os estados de São Paulo e Rio de Janeiro apresentam normas legais que regulamentam a implantação de programas estaduais de proteção da qualidade do ar nos moldes do Pronar. Somente eles efetivaram a amostragem em chaminés para a aferição do cumprimento dos limites de emissão.

Passados quase 30 anos, constata-se que os estados ainda não adotaram números mais restritivos que os definidos pelo Conama. Da mesma forma, o enquadramento em áreas críticas de poluição, de acordo com o padrão primário e secundário de qualidade do ar, também apresentam valores pouco restritivos. Ademais, nenhum estado concluiu a elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, conforme previsto na Resolução Conama nº 3 de 1990.

Portanto, o maior desafio consiste na efetiva fiscalização de fontes emissoras, bem como na implementação de instrumentos econômicos de incentivos e penalidades que coíbam as infrações dos limites estabelecidos. A aplicação das penalidades a quem descumprir as normas vigentes representa mecanismo importante para o controle da poluição do ar.

Tabela 1.13 Estágio de implementação dos instrumentos de gestão da qualidade do ar nas Unidades da Federação.

		Norte							Centro-Oeste				Nordeste								Sul			Sudeste			
		PA	TO	AP	AM	RR	RO	AC	MT	MS	GO	DF	BA	SE	AL	PE	PB	RN	CE	PI	MA	RS	SC	PR	SP	MG	ES	RJ
Institucional	Cooperações interinstitucionais																											
Legislação	Para gestão																											
	Para aplicação de penalidades																											
	Para implantar o Pronar																											
Gestão	Planos e programas																											
	Cooperação internacional/financiamentos																											
Padrões de qualidade e limites de emissão	Padrões mais restritivos que Conama 03/90																											
	Limites mais restritivos que os nacionais																											
Monitoramento	Programa																											
	Equipe técnica própria																											
	Feito por terceiros																											
	Exigência do licenciamento																											
Áreas críticas de poluição do ar	Enquadramento em áreas críticas																											
	Plano de emergência																											
	Fontes naturais																											
Inventários de emissões	Banco de dados sobre fontes																											
	Elaboração de inventários																											
Controle e fiscalização	Interface licenciamento e monitoramento																											
	Amostragem de chaminés																											
	Acompanhamento dos programas dos EIA																											
Sistema de informações	Banco informatizado																											
	Validação de dados do monitoramento																											
	Aplicação de modelos de dispersão																											
	Comunicação de dados de qualidade do ar																											
	Incorporação de dados da rede privada																											

Presente | Implantado parcialmente ou em andamento | Previsto | Ausente | Sem informação

Fonte: Brasil (2009)

1.3.4.11 Monitoramento da Qualidade e Poluição do Ar

O monitoramento foi reconhecido como estratégico pelo Pronar, cuja Resolução Conama nº 5/1989 previu a criação de uma Rede Nacional de Monitoramento. Contudo, esse ato normativo não explicitou a quem cabia implantar e manter a rede, uma lacuna que foi parcialmente suprida pela Resolução Conama nº 03/1990, que atribui aos estados essa responsabilidade. A implementação e a operação efetiva de uma rede nacional de monitoramento justificam-se pela necessidade de conhecer e acompanhar os níveis de qualidade do ar no País, assim como de poder comparar com os respectivos padrões estabelecidos, de modo a garantir uma forma de avaliação das ações de controle estabelecidas pelo Pronar.

A pesquisa do Iema/MMA (BRASIL, 2009) nos estados mostrou que, entre os instrumentos do Pronar, o monitoramento foi o que recebeu maior atenção, como se nele se resumisse a totalidade da gestão da qualidade do ar. Esse entendimento, em alguma medida, inibiu o avanço do estabelecimento de outras ferramentas, como a elaboração de inventários de fontes e emissões, estudos de modelagem de dispersão, desenvolvimento de mecanismos de financiamento para manutenção de redes ou a preparação da infraestrutura para recepcionar, armazenar e comunicar dados.

Observa-se que dos 22 Oemas incluídos nessa análise, 16 relataram ser esse instrumento parte das exigências do licenciamento ambiental, mas que, entretanto, poucos estados têm rotinas de monitoramento implantadas atualmente. Nem sempre, para a condução desse trabalho, os órgãos dispõem de equipes técnicas exclusivamente dedicadas. Como alternativa, outros modelos de operação das estações de monitoramento foram adotados, como a terceirização desses serviços para empresas especializadas ou executados, individualmente ou em grupo, pelas próprias empresas licenciadas (automonitoramento).

Em relação à interface e complementaridades entre o monitoramento e o licenciamento, apesar de alguns estados relatarem ser essa uma prática usual no funcionamento do Oema, não é comum a validação dos dados oriundos das estações de medição dos parâmetros de qualidade do ar com o conjunto de informações resultantes do licenciamento. O acompanhamento posterior dos programas de gestão da qualidade do ar, previstos nos Estudos de Impactos Ambientais, não é uma ação em pleno andamento em pelo menos 2/3 dos estados. Pode-se afirmar, assim, que poucos estados se empenham nessa rotina, o que reflete em pouca estrutura física, falta de pessoal e de bancos de dados informatizados.

Mesmo passados 30 anos dos primeiros marcos normativos, as redes de monitoramento operadas pelos Oemas revelam-se ainda insuficientes para dar as respostas esperadas quando da sua concepção. As redes estaduais ativas e aquelas que operaram em algum período evidenciam um aspecto de descontinuidade (Figura 1.23), que tem grandes implicações na formação de séries históricas de dados confiáveis.

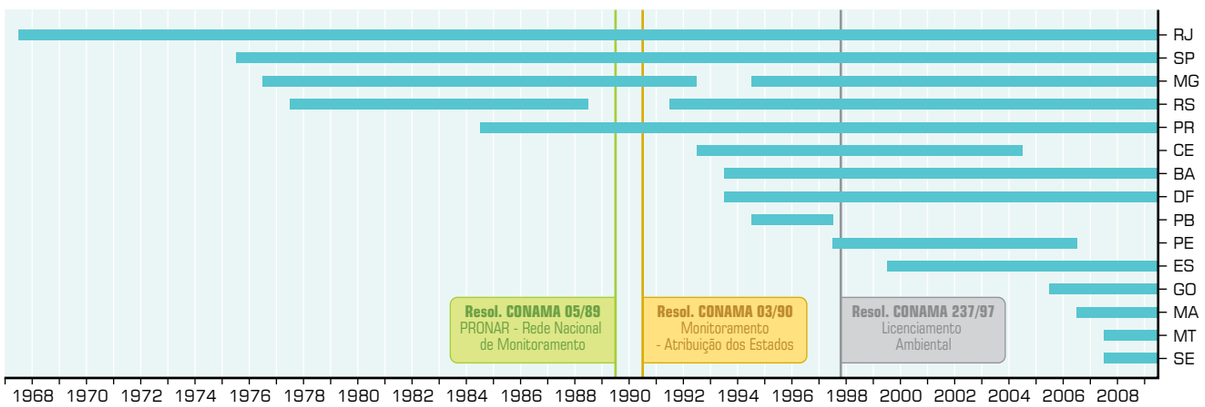


Figura 1.23 Período de medições das redes de monitoramento da qualidade do ar operadas pelos Oemas.
Fonte: Brasil (2009)

Esforços descontinuados marcam o monitoramento no País. Observa-se que em áreas metropolitanas como a de Porto Alegre, Recife, Fortaleza e Distrito Federal, ocorreram períodos de interrupção importantes. Além disso, nenhum estado da Região Norte do País monitora, atualmente, os poluentes locais.

O levantamento realizado pelo MMA/Iema (BRASIL, 2009) também indicou que dos poluentes regulados, os poluentes PTS e SO_2 são monitorados por cerca de 40% dos estados. Já os poluentes NO_x, CO, MP_{10}, O_3 e a fumaça são monitorados por menos de 30% dos estados, sendo que o monitoramento dos poluentes não regulados ($MP_{2,5}$, HCs, NH_3, COVs e TRS) ocorre em menos de 20% das UFs (Figura 1.24).

Uma análise mais detalhada das redes de cada estado reforça a visão da acentuada heterogeneidade entre o tipo e o número de parâmetros medidos (Tabela 1.14).

Ao verificar os estados, por região do País, que executam atividade de monitoramento, identifica-se que no Sudeste, Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte os percentuais são,

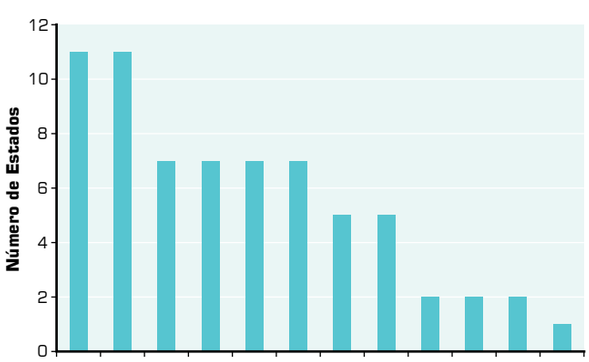


Figura 1.24 Parâmetros monitorados e números de estados que realizam o monitoramento.

Fonte: Brasil (2009)

Legenda: PTS – Partículas Totais em Suspensão; SO_2 – Dióxido de enxofre; NO_x – Óxidos de nitrogênio; CO – Monóxido de carbono; PM_{10} – Partículas inaláveis com diâmetro menor que 10 μm; O_3 – Ozônio; HCs – Hidrocarbonetos; FMC – Fumaça; TRS – Enxofre Total Reduzido; NH_3 – Amônia; $PM_{2,5}$ – Partículas inaláveis com diâmetro menor que 2,5 μm; COVs – Compostos Orgânicos Voláteis.

Tabela 1.14 Parâmetros monitorados no Brasil em 2008-2009.

ESTADO	PTS	SO_2	CO	NO_x	O_3	PM_{10}	FMC	HCs	$PM_{2,5}$	NH_3	TRS	COVs	Pb	Meteorológicos	Total de parâmetros monitorados
São Paulo	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	12
Bahia		■	■	■	■	■		■			■	■		■	9
Paraná	■	■	■	■	■	■	■			■				■	9
Espírito Santo	■	■	■	■	■	■		■						■	8
Rio de Janeiro	■	■		■	■	■		■	■					■	8
Maranhão	■	■	■	■	■	■	■	■							8
Minas Gerais	■	■	■	■	■	■			■	■					8
Rio Grande do Sul	■	■	■	■	■	■		■							7
Distrito Federal	■	■					■								3
Mato Grosso	■	■	■												3
Sergipe	■	■					■								3
Goiás	■														1

Fonte: Brasil (2009)

respectivamente, de 100%, 75%, 66,7%, 33,3% e 0%. Considerando a inexistência de registros oficiais em contrário, observa-se que em pelo menos 10 estados pesquisados não são executadas quaisquer atividades dessa natureza pelos Oemas.

Além disso, as diferenças observadas quanto aos tipos e número de poluentes medidos reforçam a tese de que não existem critérios comuns para estruturar e dimensionar as redes nas diferentes regiões. Dados preliminares obtidos junto aos Oemas indicam a ocorrência de altas concentrações de poluentes, sobretudo nas regiões metropolitanas, nas proximidades de polos industrializados, áreas densamente ocupadas e com grandes frotas de veículos.

O quadro nacional apresenta, portanto, realidades muito distintas tanto em termos dos problemas quanto dos meios para compreender a extensão dos danos ambientais provocados pela poluição atmosférica. É importante ressaltar que muitas dessas deficiências estão relacionadas à implantação dos instrumentos previstos no Pronar e no que trata especificamente do monitoramento, bem como na capacidade dos órgãos e gestores ambientais em operar e dar sustentação às redes, tratar e comunicar dados.



Vincent Kurt Lo

Distribuição da Poluição do Ar no Brasil

A baixa representatividade espacial das medições oriundas do monitoramento local impede uma análise da distribuição nacional da qualidade e poluição do ar. Todavia, é possível determinar qualitativamente, de acordo com o tipo de fonte emissora, as regiões mais críticas de poluição atmosférica.

Uma primeira abordagem qualitativa é considerar a distribuição e concentração espacial das principais fontes de emissões de poluição: fontes urbanas relacionadas à concentração de veículos, fontes móveis (Figura A-1) e concentração de indústrias, fontes fixas (Figura A-2); fontes agrossilvipastoris relacionadas às queimadas e aos incêndios florestais (Figura A-3) e, especificamente, às queimadas que ocorrem nas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar (Figura A-4).

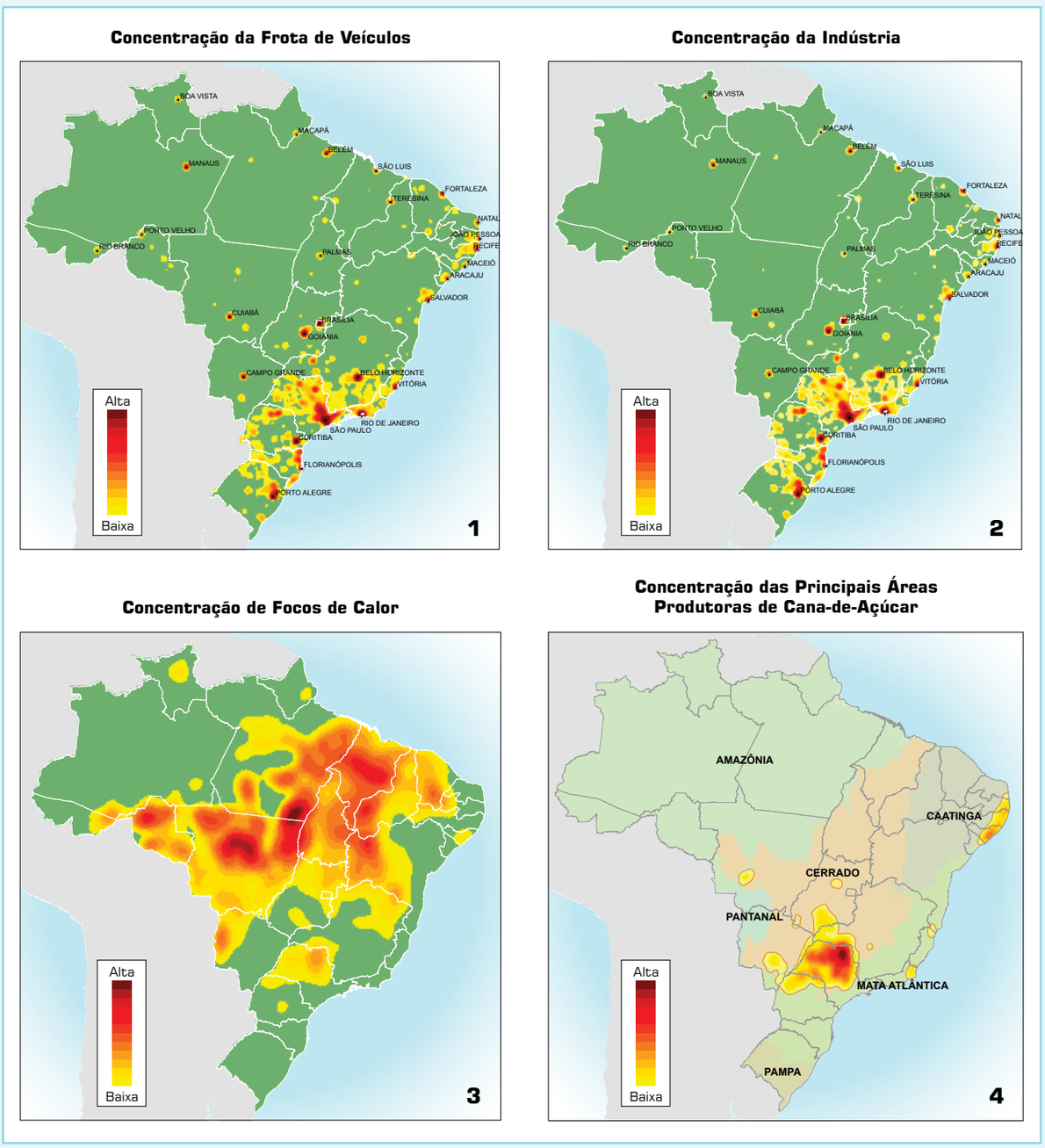


Figura A Mapa da distribuição e densidade das principais fontes de poluição no Brasil. (1) Densidade da frota de veículos automotores em 2011, fonte móvel de poluição; (2) Concentração industrial no Brasil, indicador de zonas com alta susceptibilidade à poluição por fontes fixas; (3) Focos de calor no Brasil, acumulado no período de 2000 a 2011, indicador de fonte de poluição agrossilvipastoril relacionada às queimadas e aos incêndios florestais; (4) Concentração das principais áreas produtoras de cana-de-açúcar no Brasil, safra de 2010, indicador de fonte de poluição agrossilvipastoril relacionada às queimadas dessa cultura.

Fontes: Elaborado, respectivamente, com dados de Denatran (2011), IBGE (2009), Inpe (2012) e IBGE (2010b)

Estimativas quantitativas são obtidas com base na distribuição espacial das principais fontes poluidoras, acrescentadas a informações obtidas por meio do uso de sensoriamento remoto sobre a dinâmica de movimentação das massas de ar e da direção dos ventos. Utilizando-se desses recursos, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011b) realiza o monitoramento da qualidade do ar em nível nacional e disponibiliza em seu sítio eletrônico imagens diárias com mapas da concentração de CO, O_3, NO_x, COV e PM (exemplos ilustrados nas Figuras B-1 e B-2). Também são disponibilizadas imagens que correlacionam as emissões dos diferentes poluentes com as respectivas fontes agrossilvipastoris (queimadas e incêndios florestais) e fontes urbanas e industriais (Figuras B-3 e B-4).

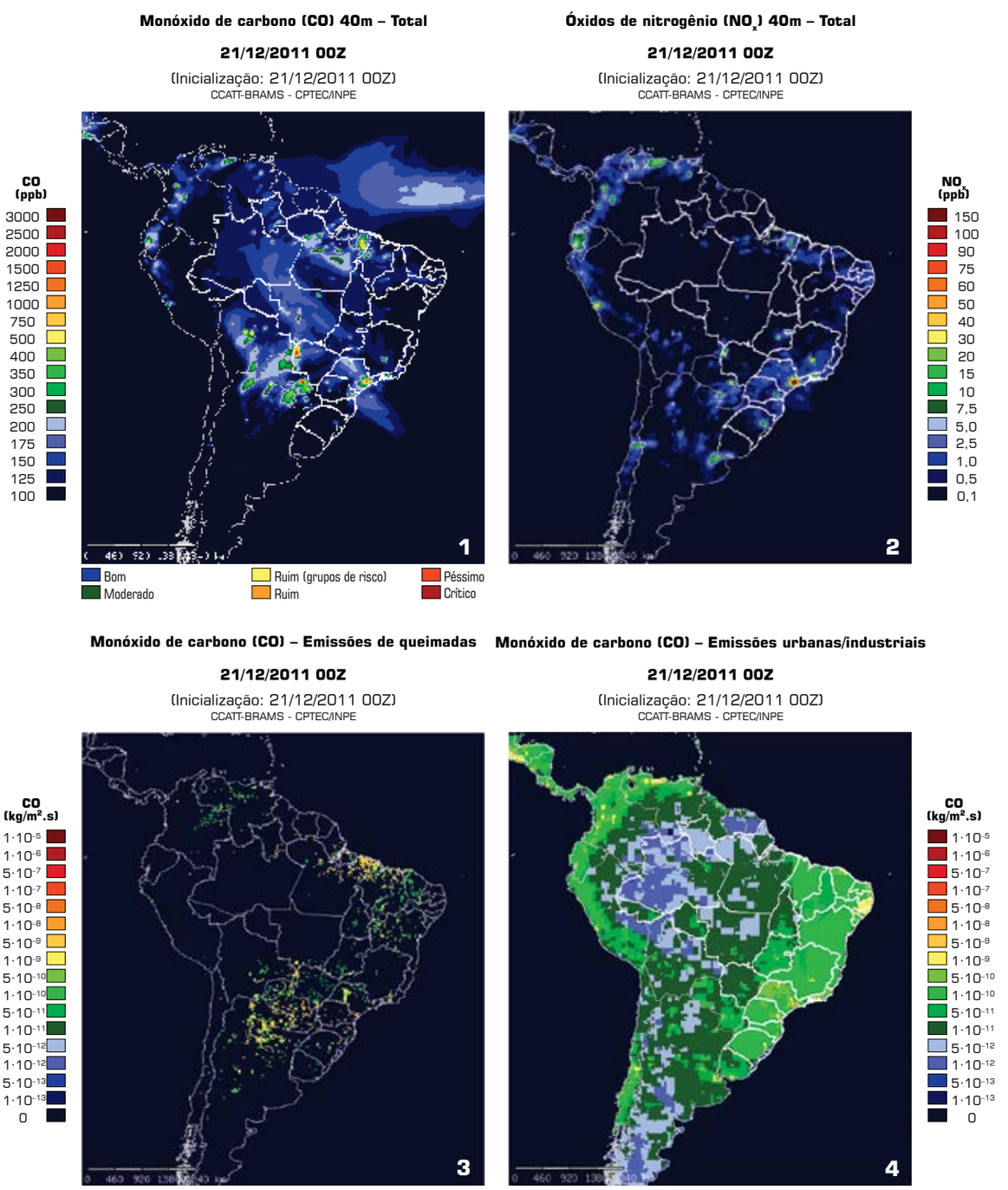


Figura B Imagens do sistema de monitoramento da qualidade do ar em nível nacional do Inpe. (1) e (2) Mapas da concentração de monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (NO_x), respectivamente; (3) Mapa da concentração de CO oriundo de focos de calor detectados por satélite; (4) Mapa da concentração de CO a partir de emissões urbanas e industriais.

Fonte: Adaptado de Inpe (2011b)

Referências

AGÊNCIA FAPESP. **Oceanos afetados pelo clima**. (11/07/2011). 2011a. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/14154>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. **Impacto das queimadas no efeito estufa**. (12/10/2011). 2011b. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/14622>. Acesso em: 19 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Antártica**: ensino fundamental e ensino médio. In: MACHADO, M. C. S.; BRITO, T. Brasília, 2006. 167 p. (Coleção explorando o ensino, v. 9). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/vol09_meioambientantart.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Proteção da camada de ozônio e impactos na saúde**: o que devemos saber! Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao05012009031336.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. Ministério da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde**: cenários e incertezas para o Brasil. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 40 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. Ministério das Cidades. **Subsídios à elaboração da 1ª conferência nacional de saúde ambiental**: Plano Nacional de Qualidade do Ar. Brasília, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010a. 148 p.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima.** Brasília: Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima, 2010b.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo - Última compilação do site da CQNUMC**: 30 de junho de 2011. 2011a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0217/217019.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa brasileiro de eliminação dos HCFCs (PBH)**. Aprovado na 64ª Reunião

do Comitê Executivo do Protocolo de Montreal. Brasília: MMA, 2011b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=130&idConteudo=11493&idMenu=12316>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários.** Brasília: Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. Gerência de Qualidade do Ar, 2011c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/emissoes_veiculares_182.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**: Brasil. Brasília, 2011d. 248 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **REDD**+: documento-síntese com subsídios de múltiplos atores para a preparação de uma estratégia nacional/elaboração. In: WEIGAND JUNIOR, R. Brasília: Secretaria de Mudanças Clima e Qualidade Ambiental/Departamento de Mudanças Climáticas/Gerência de Mudança do Clima e Florestas, 2011e.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>. Acesso em: 22 dez. 2011.

COSTA, M. H. Adaptação às mudanças climáticas - o Papel do Governo Federal. (Apresentação). In: **III Simpósio do mercado de crédito de carbono**. 2011. Disponível em: <http://www.inceri.org.br/creditodecarbono/?page_id=6>. Acesso em: 8 dez. 2011.

DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito). **Frota 2011.** 2011. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>. Acesso em: 19 dez. 2011.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Balanço Energético Nacional 2011 – ano base 2010**: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2011. 49 p.

FARMAN, J. C.; GARDINER, B. G.; SHANKLIN J. D. Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction. **Nature**, v. 315, p. 207-210, 1985.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa Industrial Anual 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2009/defaultempresa.shtm>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável - Brasil 2010**. Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica, n. 7. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

_____. **Produção Agrícola Municipal.** 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/default.shtm>. Acesso em: 19 dez. 2011.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Radiação ultravioleta, camada de ozônio e saúde humana.** 2011a. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/>. Acesso em: 20 dez. 2011.

_____. **Qualidade do ar**. 2011b. Disponível em: <http://meioambiente.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 20 dez. 2011.

_____. **BDQUEIMADAS - Banco de Dados de Queimadas**. 2012. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>. Acesso em: 19 dez. 2011.

IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia). **Custos e benefícios da redução de emissões de carbono do desmatamento e da degradação (REDD) na Amazônia Brasileira**. 2010.

IPCC. **Summary for policymakers**. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.). **Climate Change 2007**: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press, 2007.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K.P.; OLIVEIRA, M. D. M.; VASCONCELLOS, V. Status of Eastern Brazilian coral reefs in

time of climate changes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 224-235, 2010.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**. World Bank Working Paper, n. 22. 2004.

MOLINA, M.; ROWLAND, F. S. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. **Nature**, v. 249, p. 810-812, 1974.

NASA (National Aeronautics and Space Administration). **Goddard Space Flight Center. Ozone Hole Watch. Images, data, and information for the Southern Hemisphere**. 2011. Disponível em: <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em: 19 dez. 2011.

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F.; SALDIVA, P.; MARENGO, J. A.; NOBRE, A. D.; ALVES JUNIOR, S.; SILVA, G. C. M.; LOMBARDO, M. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas - Região Metropolitana de São Paulo**: Sumário Executivo. 2010.

PAES LEME, N. M. P.; ALVALÁ, P. C. **Report Brazil. 2008**. Disponível em: <http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/research-mgrs/7orm/7orm-report.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2011.

ROMEIRO, V.; PARENTE, V. Regulação das mudanças climáticas no Brasil e o papel dos governos subnacionais. In: IPEA. **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília, 2011. p. 43-56. 440 p.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Panorama da biodiversidade global 3**. Brasília: MMA/SBF, 2010. 94 p.

UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro). **Avaliação do Programa de Controle da Poluição do Ar Por Veículos Automotores – Proconve. Convênio MMA/COPPETEC 2001/0000147**. Coordenação Geral: Emílio Lèbre La Rovere. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. 2006.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer**. Nairobi, Kenya, 2006.

_____. **Questions and Answers about the Environmental Effects of the Ozone Layer Depletion and Climate Change**: 2010 Updade. Nairobi, Kenya: 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao19082011034059.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2011.

_____. Ozone Secretariat. **Data Access Centre**. 2012. Disponível em: <http://ozone.unep.org/new_site/en/ozone_data_tools_access.php>. Acesso em: 18 jan. 2012.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). **GHG emission profiles for Annex I Parties and major groups**. 2011. Disponível em: <http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/ghg_profiles/items/4625.php>. Acesso em: 8 dez. 2011.

WHO (World Health Organization). **Fact Sheet N° 187. Revised September 2000. Air Pollution**. 2000. Disponível em: <https://apps.who.int/inf-fs/en/fact187.html>. Acesso em 22 dez. 2011.

_____. **Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide**. Copenhagen: WHO, 2006. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>. Acesso em: 22 dez. 2011

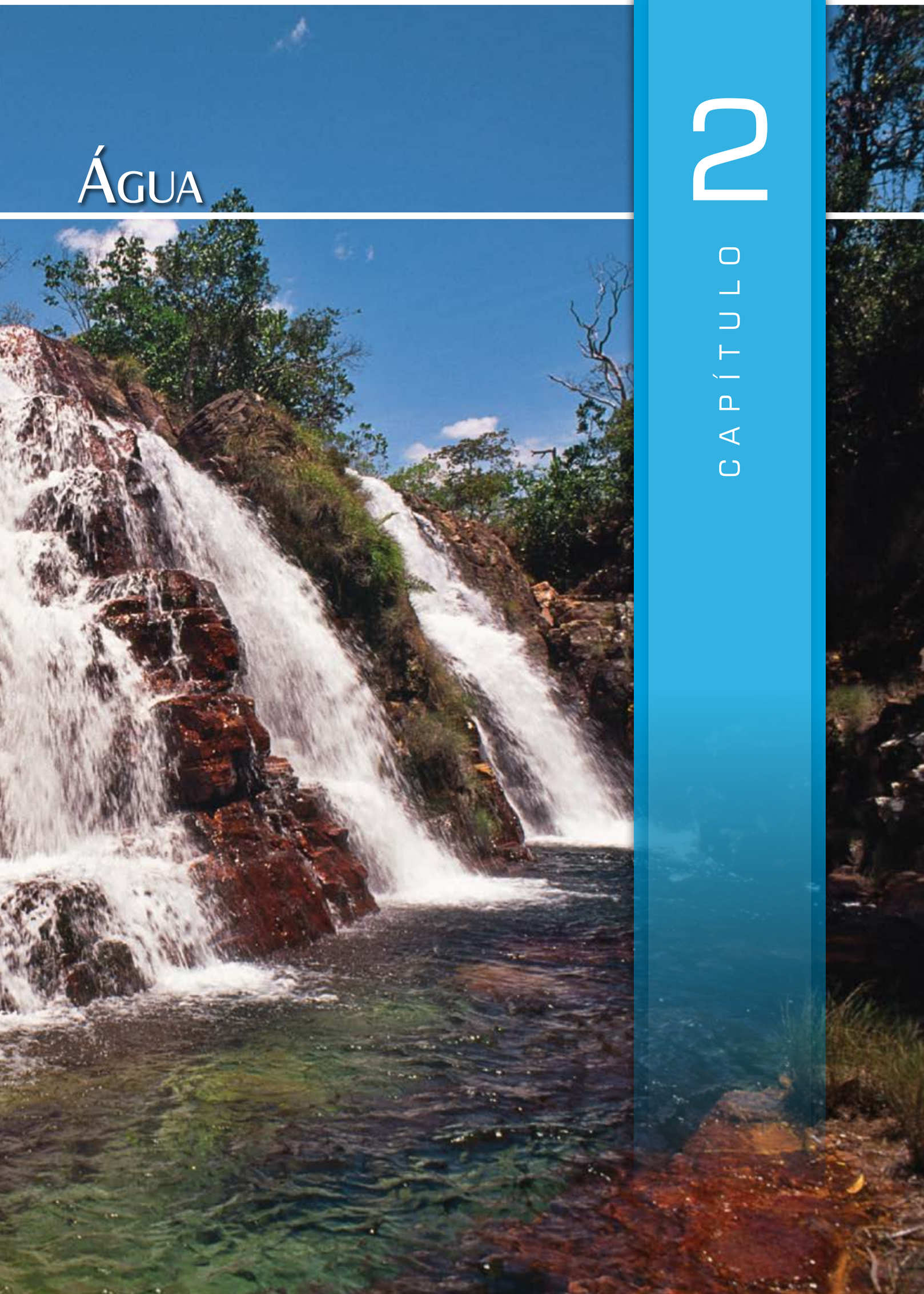
WMO (World Meteorological Organization. **Scientific Assessment of Ozone Depletion**: 2010. Global Ozone Research and Monitoring Project. Report nº 52. 2010. Disponível em: <http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SAP/Scientific_Assessment_2010/>. Acesso em: 19 dez. 2011.

WRI (World Resources Institute). **Climate analysis indicators tool (CAIT)**. 2011. Disponível em: <http://cait.wri.org>. Acesso em: 19 dez. 2011.



Água

CAPÍTULO 2



Equipe Técnica

Coordenação
Ney Maranhão – ANA

Redação
Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira – ANA
Beatriz Rodrigues de Barcelos – MMA
Henrique Pinheiro Veiga – MMA
Larissa Alves da Silva Rosa – MMA
Luciana Aparecida Zago de Andrade – ANA
Sergio Rodrigues Ayrimoraes Soares – ANA

Colaboração
Christovam Barcellos – Fiocruz
Cristiane de Oliveira – Ibama
Fernanda Cunha Pirillo Inojosa – Ibama
Marcelo Neiva de Amorim – Ibama

Conteúdo

Disponibilidades e Usos
- Águas Superficiais
- Águas Subterrâneas

Demandas

Qualidade das Águas
- Panorama da Qualidade das Águas
- Comparação de Parâmetros de Qualidade com Classes de Enquadramento
- Análise Histórica da Situação em Algumas Bacias Brasileiras

Balanço Quali-Quantitativo
- Balanço Quantitativo
- Balanço Qualitativo
- Bacias com Estresse Hídrico – Quantidade e Qualidade

Gestão dos Recursos Hídricos
- Estrutura do Singreh
- Organismos de Bacia Hidrográfica (Comitês e Agências)

Instrumentos da PNRH
- Planos de Recursos Hídricos
- Enquadramento dos Corpos d'Água
- Outorga de Uso da Água
- Cobrança

2 ÁGUA

O Brasil possui 12% de toda água superficial do mundo. Essa aparente situação de conforto não impede a existência de conflitos por esse recurso natural, devido a sua distribuição desigual no território e às diferenças entre as regiões do País quanto a sua necessidade. Para regular essa temática, em 8 de janeiro de 1997 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), pela Lei nº 9.433, que estabelece ser a água um bem de domínio público e, ao mesmo tempo, um recurso natural limitado. A lei implementa fundamentos, objetivos e instrumentos, de acordo com o previsto na Constituição Federal de 1988, da gestão dos recursos hídricos no Brasil, cujo intuito é harmonizar a oferta de água com as necessidades de uso, de forma a atender às demandas consuntivas e não consuntivas, sem que haja o risco de conflitos nem redução da quantidade ou deterioração da qualidade, e às necessidades dos ecossistemas.

Conhecer a situação dos recursos hídricos, em escala nacional, para cada ano é, sem dúvida, a maneira mais eficiente de monitorar a situação da água. Os níveis de água nos rios, suas vazões diárias e as quantidades precipitadas de chuva são observados há dezenas de anos. No entanto, a análise dessas informações e o acompanhamento periódico da condição dos recursos hídricos e de sua gestão em escala nacional não eram realizados de forma sistemática. Para suprir essa lacuna, a Agência Nacional de Águas (ANA) começou em 2009 a elaborar o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil com periodicidade anual.

Este Capítulo apresenta a situação dos recursos hídricos, com base nas informações atualizadas até 2011, sob o enfoque do quanto se tem disponível de água no País e o quanto é usado para as diversas finalidades (disponibilidades e usos), bem como a qualidade da água e o balanço quali-quantitativo. Por fim, foi feita uma abordagem sobre a gestão dos recursos hídricos com a implementação da PNRH, com foco nos instrumentos, assim como nos avanços do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh).

2.1 Disponibilidades e Usos

2.1.1 Águas Superficiais

A disponibilidade hídrica per capita, determinada a partir de valores totalizados para o País, indica uma situação satisfatória, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU).

A análise espacial da disponibilidade hídrica superficial no território brasileiro revela que, apesar de haver grande oferta de água em termos globais, existe uma distribuição desigual dos recursos hídricos (Tabela 2.1). Cerca de 80% da disponibilidade hídrica concentra-se na região hidrográfica amazônica, onde está o menor contingente populacional nacional, além de valores reduzidos de demandas consuntivas.

Tabela 2.1 Disponibilidade hídrica e vazões médias e de estiagem.[1]

Região hidrográfica	Vazão média (m³/s)	Disponibilidade hídrica (m³/s)	Estiagem - Q_{95} (m³/s)
Amazônica	132.145	73.748	73.748
Tocantins-Araguaia	13.799	5.447	2.696
Atlântico Nordeste Ocidental	2.608	320	320
Parnaíba	767	379	294
Atlântico Nordeste Oriental	774	91	32
São Francisco	2.846	1.886	852
Atlântico Leste	1.484	305	252
Atlântico Sudeste	3.162	1.109	986
Atlântico Sul	4.055	647	647
Paraná	11.414	5.792	3.901
Uruguai	4.103	565	394
Paraguai	2.359	782	782
Brasil	179.516	91.071	84.904

Fonte: ANA (2011)

[1] A disponibilidade hídrica equivale à vazão com permanência de 95% (Q_{95}) e, no caso da presença de reservatórios, à vazão regularizada acrescida do incremental de Q_{95}. A Bacia Amazônica ainda compreende uma área de 2,2 milhões de km² em território estrangeiro, que contribui com adicionais 86.321 m³/s em termos de vazão média. A Bacia do Rio Uruguai ainda compreende adicionais 37 mil km² em território estrangeiro, que contribui com 878 m³/s em termos de vazão média. A Bacia do Rio Paraguai compreende adicionais 118 mil km² em território estrangeiro e 595 m³/s em termos de vazão média.

A Figura 2.1 mostra a disponibilidade hídrica por microbacia, confirmando a concentração de recursos hídricos em rios da Bacia Amazônica e a escassez de água na Região Nordeste.

No Semiárido existem áreas que merecem atenção especial (MURTHA et al., 2004) e que foram delimitadas e classificadas como de elevado risco hídrico, nas quais os seguintes fatores são observados:

- Precipitação média anual inferior a 700 mm.
- Índice de aridez inferior a 0,35, indicando regiões mais críticas no balanço precipitação/evapotranspiração.
- Ausência de sistemas aquíferos sedimentares, que representam potencial fonte de suprimento e de segurança hídrica para o abastecimento.
- Ausência de rios perenes com elevado porte ou com grande capilaridade, que também significam fator de segurança hídrica.

Dentro desse contexto, uma das práticas implementadas para garantir a oferta de água na Região Nordeste é a construção de açudes que armazenam água para os períodos secos, além da regularização das vazões dos corpos d'água. A Figura 2.2 mostra a localização e a capacidade dos principais reservatórios do Nordeste (capacidade superior a 10 hm³), bem como a delimitação das áreas de elevado risco hídrico.

2.1.2 Águas Subterrâneas

A utilização das águas subterrâneas cresce de forma acelerada nas últimas décadas, o que explica o crescimento contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação na pesquisa e captação dos recursos hídricos subterrâneos e do número de pessoas interessadas pelas águas subterrâneas tanto nos aspectos técnico-científicos e socioeconômicos como nos administrativo e legal.

A potencialidade de água subterrânea no território nacional também não é uniforme. Há localidades com significativa disponibilidade hídrica, como aquelas abrangidas pelo Aquífero Guarani e aquíferos sedimentares em geral, e outras com disponibilidade baixa, como as de ocorrência das rochas cristalinas no Semiárido brasileiro.

Mas, mesmo no cristalino do Semiárido nordestino brasileiro – onde a produtividade dos poços apresenta vazões muito baixas (comumente inferiores a 3 m³/h) e a água possui elevada salinidade, em pequenas comunidades – observa-se que esses poços, com grande frequência, constituem a única fonte de abastecimento disponível (BRASIL, 2006).

Com relação aos sistemas aquíferos, os melhores estão localizados nos terrenos sedimentares, que ocupam 48% da área do Brasil.

A disponibilidade de águas subterrâneas dos principais sistemas aquíferos é apresentada na Tabela 2.2, assim como as regiões hidrográficas dominantes, o tipo de aquífero (poroso, fraturado, fraturado-cárstico, livre ou confinado), a espessura média, a área de recarga e a precipitação média sobre ela. A Figura 2.3 indica como as áreas de recarga dos 27 principais sistemas aquíferos se sobrepõem às 12 regiões hidrográficas nacionais.

A água de poços e fontes é utilizada intensamente para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Segundo o IBGE (2002), 15,6% dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea.

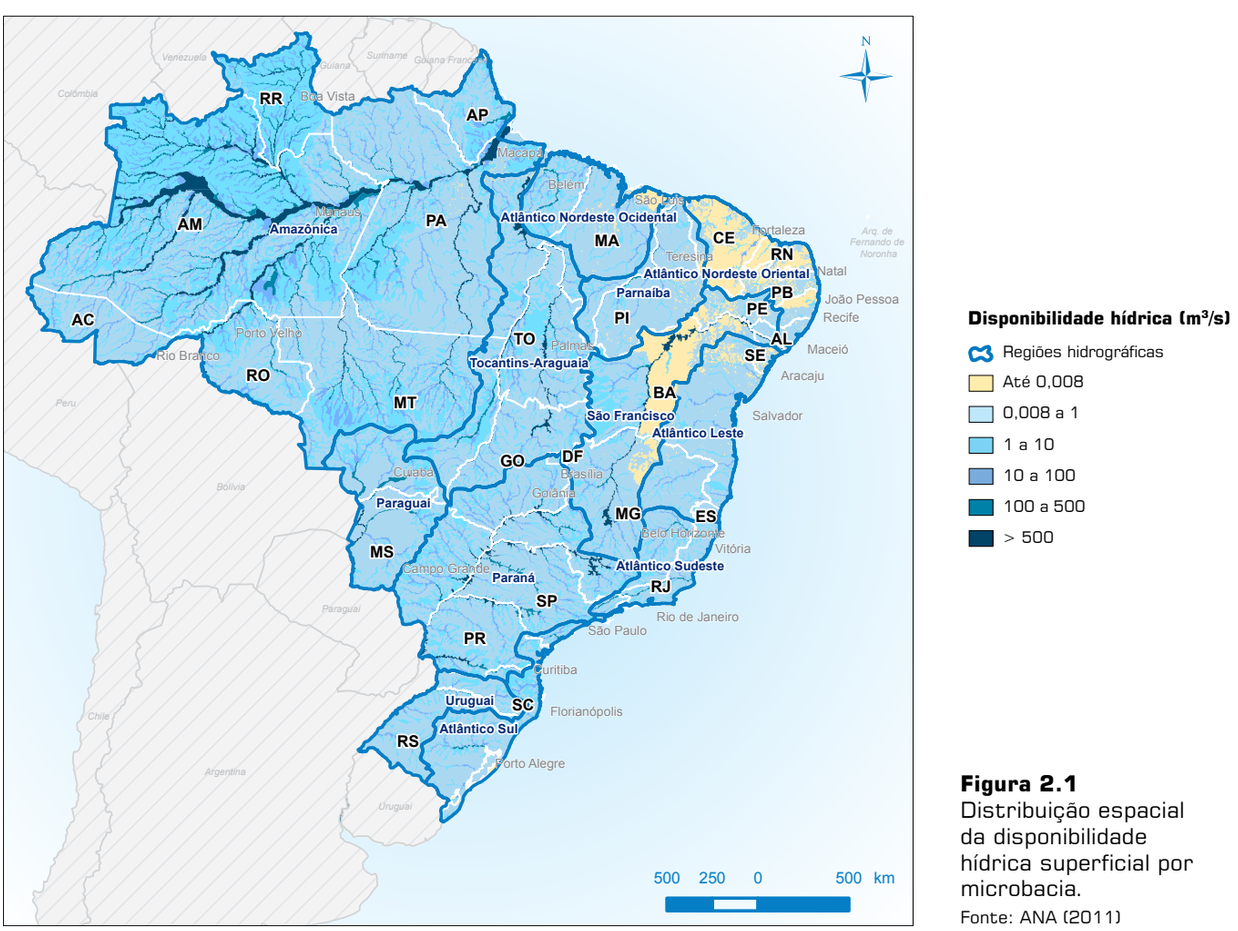


Figura 2.1
Distribuição espacial da disponibilidade hídrica superficial por microbacia.
Fonte: ANA (2011)

Estado	Cap. do reservatório equivalente hm³
PI	1.624
CE	17.621
RN	4.225
PB	3.641
BA	3.855
Total	30.966

Capacidade dos reservatórios (hm³)

- 10 a 100
- 100 a 250
- 250 a 500
- 500 a 1.000
- acima de 1.000
- Reservatório do setor elétrico
- Limite Semiárido
- Área de elevado risco hídrico

1. Banabuiu - Cap. de 1.601 hm³
2. Castanhão - Cap. de 6.700 hm³
3. Eng. Arm. R. Gonçalves Cap. de 2.400 hm³
4. Coremas / Mãe d'água - Cap. de 1.358 hm³
5. Orós - Cap. de 1.940 hm³
6. Pedra - Cap. de 1.640 hm³

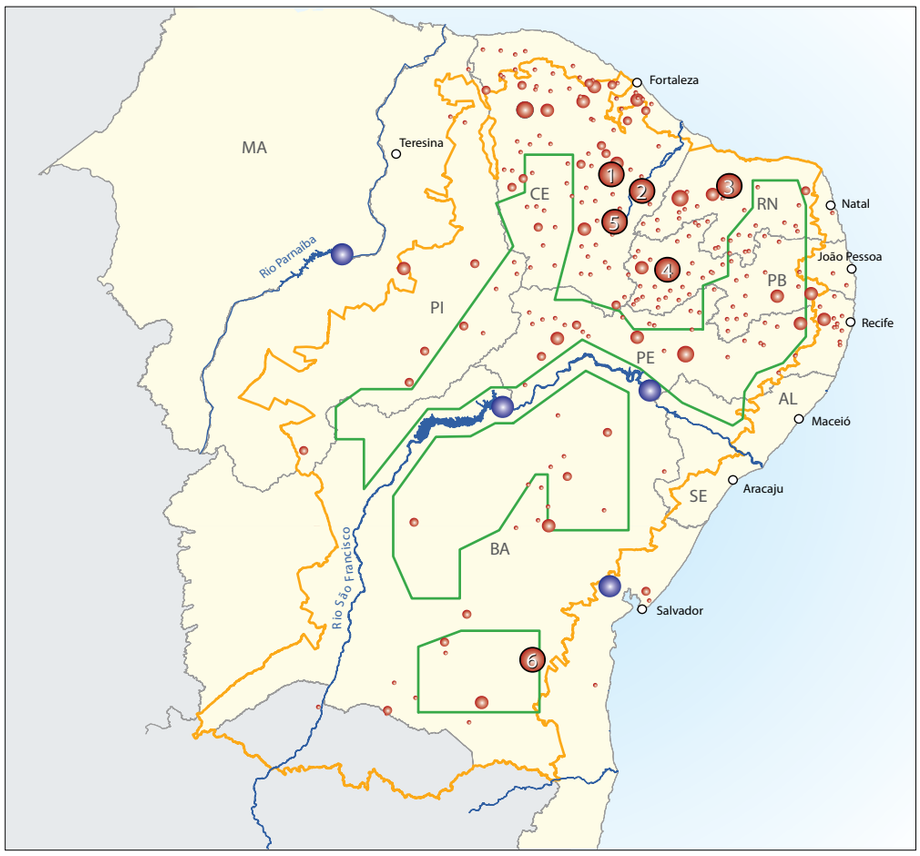
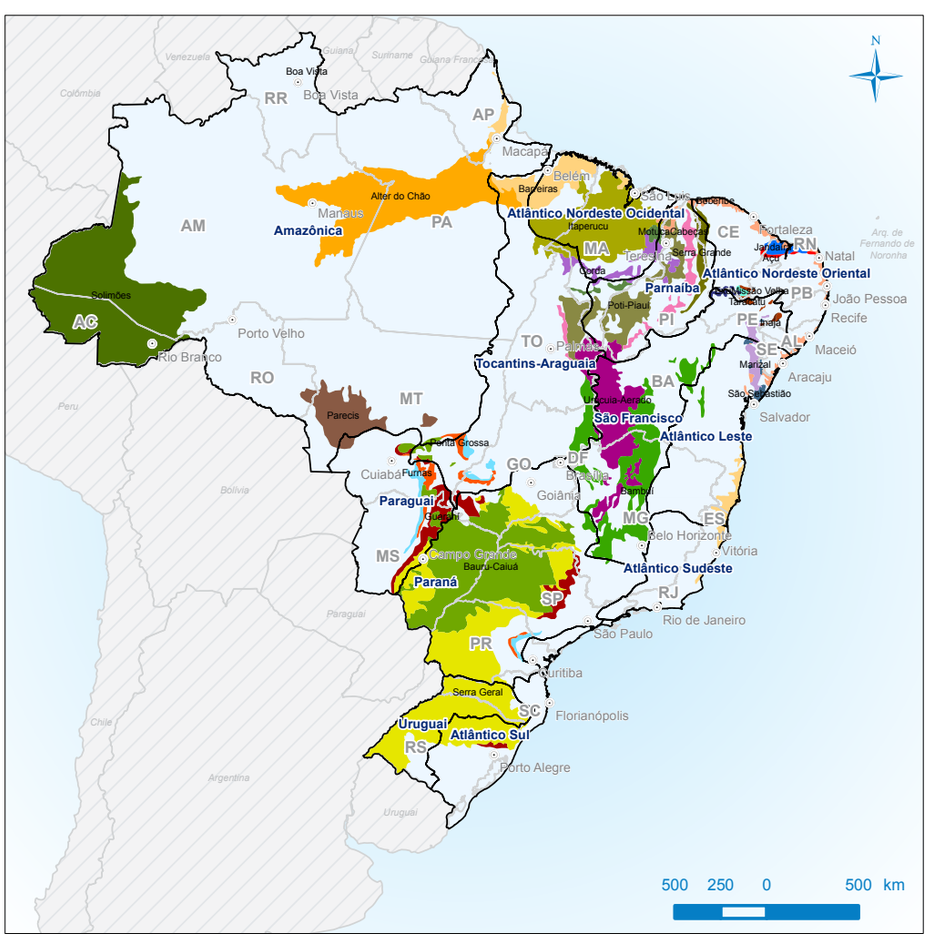


Figura 2.2 Localização e capacidade dos principais açudes do Nordeste e suas capacidades.
Fonte: ANA (2009)



Área de Recarga dos Principais Sistemas Aquíferos

- Regiões Hidrográficas
- Alter do Chão
- Açu
- Bambuí
- Barreiras
- Bauru-Caiuá
- Beberibe
- Boa Vista
- Cabeças
- Corda
- Exu
- Furnas
- Guarani
- Inajá
- Itaperucu
- Jandaíra
- Marizal
- Missão Velha
- Motuca
- Parecis
- Ponta Grossa
- Poti-Piauí
- Serra Geral
- Serra Grande
- Solimões
- São Sebastião
- Taracatu
- Urucuia-Aerado

Figura 2.3
Área de recarga dos principais sistemas aquíferos.
Fonte: ANA (2009)

Tabela 2.2 Disponibilidade de águas subterrâneas nos principais sistemas aquíferos.

Sistema Aquífero	Tipo[1]	Região Hidrográfica dominante	Área de recarga (km²)	Espessura média (m)	Precipitação (mm/ano)	Reserva (m³/s)	
						Renovável	Explotável[2]
Solimões	P,L	Amazônica	457.664	-	2.206	4.481,5	896,3
Alter do Chão	P,L		312.574	-	2.098	1.247,5	249,5
Boa Vista	P,L		14.888	-	2.450	162,0	32,4
Parecis	P,L		88.157	150	1.890	2.324,0	464,8
Jandaíra	CF	Alt. NE Oriental	11.589	600	823	30,5	6,1
Açu	P,C		3.674	200	881	10,5	2,1
Itapecuru	P,L	Tocantins/Araguaia	204.979	100	1.836	1.074,0	214,8
Corda	P,L,C		35.266	160	1.371	46,0	9,2
Motuca	P,L		10.717		1.470	15,0	3,0
Poti-Piauí	P,L,C	Parnaíba	117.012	400	1.342	650,0	130,0
Cabeças	P,L,C		34.318	300	1.104	36,0	7,2
Serra Grande	P,L,C		30.450	500	943	63,5	12,7
Barreiras	P,L,C	Atl. Leste Atl. Sudeste Atl. NE Oriental Atl. NE Ocidental Tocantins/Araguaia	176.532	60	1.938	1.085,0	217,0
Beberibe	P,L,C	Atl. NE Oriental	318	100	2.073	2,0	0,4
Marizal	P,L,C	Atl. Leste São Francisco	18.797	200	514	36,0	7,2
São Sebastião	P,L,C	Atl. Leste	6.783	-	1.358	41,0	8,2
Inajá	P,L,C	São Francisco	956	300	722	1,5	0,3
Tacaratu	P,L	São Francisco	3.890	200	965	14,5	2,9
Exu	P,L	Atl. NE Oriental	6.397	-	777	3,0	0,6
Missão Velha	P,L,C	Atl. NE Oriental	1.324	130	1.115	1,0	0,2
Urucuia-Areado	P,L	São Francisco	144.086	300	1.294	1.182,0	236,4
Bambuí	CF	Parnaíba Tocantins/Araguaia	181.868	-	1.165	201,5	40,3
Bauru-Caiuá	P,L	Paraná	353.420	200	1.457	2.939,5	587,9
Serra Geral	F	Paraná	411.855	150	1.681	3.731,5	746,3
Guarani	P,L,C	Atl. Sul Uruguai Paraguai	89.936	250	1.487	805,7	161,1
Ponta Grossa	P,L,C	Tocantins/Araguaia	24.807	300	1.543	145,5	29,1
Furnas	P,L,C	Paraguai	24.894	200	1.511	143,0	28,6
Total	-	-	2.761.086	-	-	20.473,2	4.094,6

Fonte: ANA (2009)

[1] P: Poroso; L: Livre; C: Confinado; F: Fraturado; CF: Cárstico-fraturado; [2] 20% das reservas renováveis; -: Dados insuficientes.

Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do Brasil a água subterrânea representa o principal manancial hídrico. Ela desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico e permite o atendimento de comunidades pobres ou distantes das redes de abastecimento público.

2.2 Demandas

Considera-se uso do recurso hídrico qualquer atividade humana que, de qualquer modo, altere as condições naturais das águas superficiais ou subterrâneas. Os usos são classificados como consuntivo – quando parte da água captada é consumida no processo produtivo, não retornando ao curso d'água – e não consuntivo – quando o retorno ao curso d'água é total.

A vazão de retirada para usos consuntivos no País, para o ano de referência de 2006, é de 1.841 m³/s (Figura 2.4), valor que, comparado à estimativa feita para 2000, de 1.592 m³/s (ANA, 2007), mostra acréscimo de 16% na vazão de retirada total. Observa-se ainda, pela Figura 2.4, que o setor de irrigação possui a maior parcela de vazão de retirada (47% do total) e a maior vazão de consumo (69%). Verifica-se que, para a demanda de abastecimento urbano, são reservados 26% do total, 17% para a indústria, 8% para a dessedentação animal e apenas 2% para o abastecimento rural. Particularmente, para o setor de irrigação, o que mais demanda água, é importante destacar:

- Grande demanda para a irrigação por inundação (arroz inundado) na Região Sul – regiões hidrográficas Atlântico Sul e Uruguai;

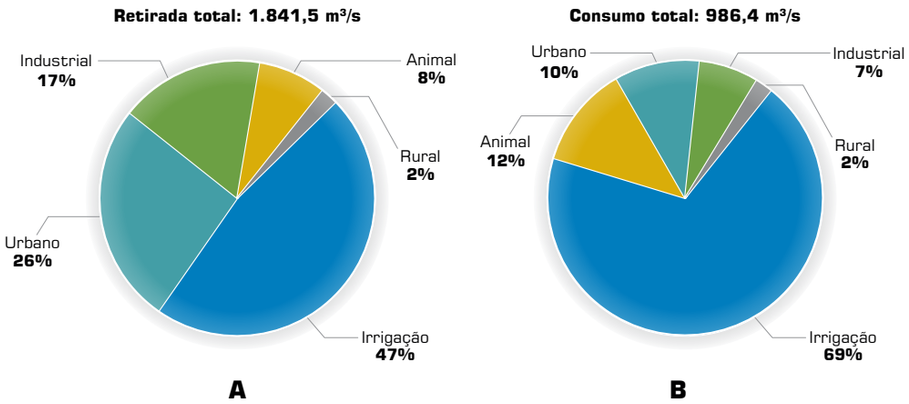


Figura 2.4 Distribuição das vazões de (A) retirada e (B) consumo para diferentes usos no Brasil.
Fonte: ANA (2009)

- Projetos de irrigação na Bacia do Verde Grande – Região Hidrográfica do São Francisco.
- Polo de Barreiras (produção de soja) na cidade de Barreiras/BA – Região Hidrográfica do São Francisco.
- Perímetros irrigados para fruticultura em Juazeiro e Petrolina – Região Hidrográfica do São Francisco.
- Zona canavieira em Alagoas.
- Projeto Formoso na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia.
- Irrigação para fruticultura no Estado do Ceará.

Ao analisar os resultados de demandas consuntivas por região hidrográfica, nota-se que a região do Paraná é responsável por 27% das retiradas, portanto, quase duas vezes maior que a segunda colocada, a região do Atlântico Sul (15%), seguida das regiões hidrográficas Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Sudeste, São Francisco e Uruguai (Tabela 2.3). As menores retiradas de água estão nas bacias do Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Paraguai, Amazônica e Tocantins-Araguaia. A análise da vazão total de retirada por microbacias é apresentada na Figura 2.5.


Ricardo Mata

Tabela 2.3 Valores das demandas consuntivas no Brasil, segundo os diferentes tipos de uso (m³/s), por região hidrográfica – ano de referência: 2006.

Região Hidrográfica	Vazão de Retirada por tipo de uso (m³/s)					Total
	Animal	Industrial	Rural	Urbano	Irrigação	
Amazônica	23,9	9,1	3,1	19,3	11,4	66,8
Atlântico Leste	8,7	9,6	5,0	26,9	41,6	91,9
Atlântico Nordeste Ocidental	4,1	1,6	2,2	8,3	3,4	19,5
Atlântico Nordeste Oriental	5,1	26,3	4,5	46,1	144,6	226,5
Atlântico Sudeste	5,4	37,5	3,1	96,4	49,4	191,8
Atlântico Sul	6,2	46,7	2,2	33,4	186,8	275,3
Paraguai	11,5	2,3	0,4	6,4	8,9	29,5
Paraná	37,0	155,6	6,5	185,5	108,1	492,7
Parnaíba	2,4	1,4	1,2	6,3	28,7	40,0
São Francisco	9,1	17,4	3,7	27,3	123,3	180,8
Tocantins-Araguaia	23,0	5,3	2,4	15,0	32,7	78,3
Uruguai	7,7	8,8	1,4	8,1	122,4	148,3
Total	**144,0**	**321,6**	**35,7**	**479,0**	**861,2**	**1.841,5**

Fonte: ANA (2009)

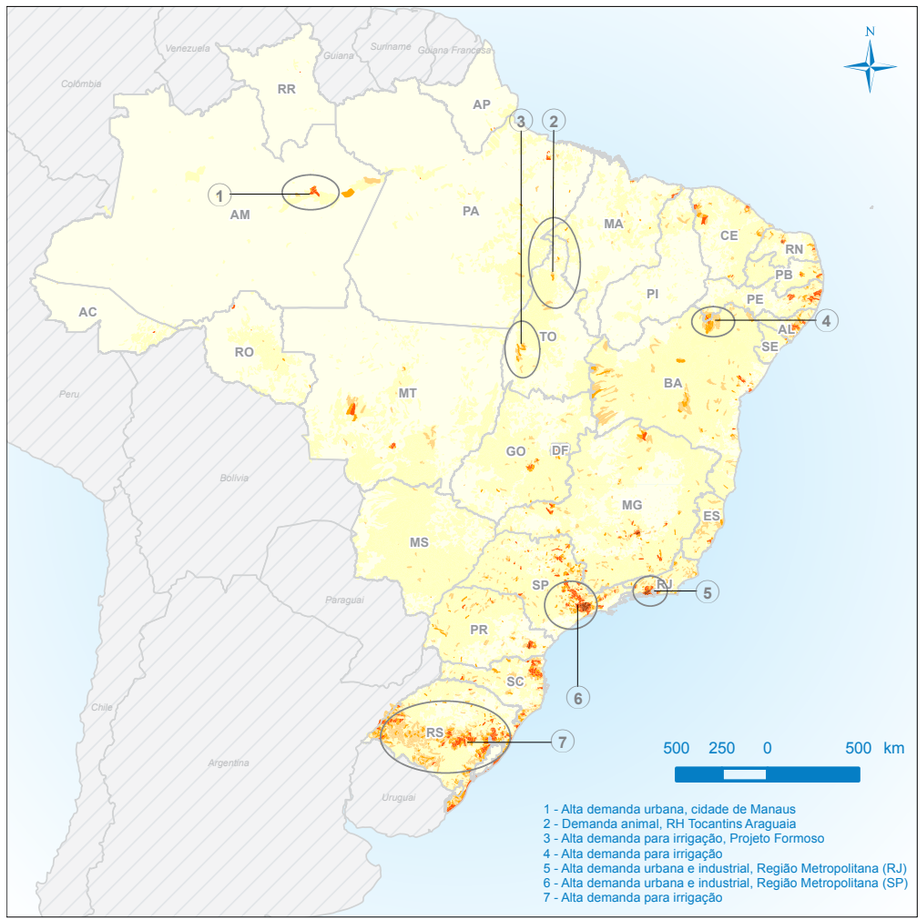


Figura 2.5
Vazão total de retirada por microbacias.
Fonte: ANA (2009)

2.3 Qualidade das Águas

2.3.1 Panorama da Qualidade das Águas

O acompanhamento da qualidade da água em um país de dimensões continentais é dificultado pela heterogeneidade de redes de monitoramento existentes, boa parte operada pelos estados que adotam diferentes abordagens na implementação de seus programas de monitoramento que apresentam variações no número de parâmetros, frequência de coleta, entre outros. A ANA analisou as informações de qualidade da água obtidas por essas redes de monitoramento estaduais que totalizaram 2.312 pontos de monitoramento em 17 Unidades da Federação (UFs), utilizando como indicador de qualidade da água os valores médios, para o ano de 2009, do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Os resultados dessa análise foram apresentados no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos-Informe 2011.

O IQA é composto por nove parâmetros de qualidade que refletem principalmente a contaminação pelo lançamento de esgotos domésticos. Os parâmetros são os seguintes: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, resíduo total. Cada parâmetro possui um peso fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Além de seu peso, cada parâmetro possui um valor obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida.

As classes do IQA referem-se à qualidade da água bruta, visando ao abastecimento público após tratamento. Portanto, outros usos da água, como recreação ou preservação da vida aquática, não são diretamente contemplados no IQA. Apesar de sua importância como principal indicador de qualidade de água, qualquer análise de seus dados deve sempre considerar essas limitações.

Com esse indicador é possível buscar mostrar o nível de qualidade dos rios e das principais bacias brasileiras, principalmente sob o ponto de vista de interferências na qualidade da água, devido ao lançamento de esgoto doméstico, que auxilia na identificação de bacias críticas brasileiras e na definição de áreas prioritárias para o fortalecimento dos instrumentos da política nacional de recursos hídricos.

A Tabela 2.4 mostra a classificação do IQA para determinar a qualidade das águas brutas, em uma escala de 0 a 100. A Figura 2.6 mostra a distribuição percentual em classes do IQA para 1.747 pontos de monitoramento avaliados em rios brasileiros em 14 UFs (PB, PE, BA, MS, MT, RJ, MG, SP, PR, RS, GO, ES, RN e TO) em 2009. A Figura 2.7 apresenta a distribuição espacial dos pontos de monitoramento classificados quanto ao IQA.

Tabela 2.4 Resumo da análise de criticidade dos trechos de rio.

Classe	Valor do IQA	Cor
Ótima	80 a 100	
Boa	52 a 79	
Regular	37 a 51	
Ruim	20 a 36	
Péssima	0 a 19	

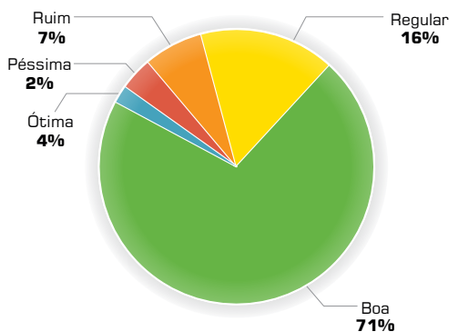


Figura 2.6 Percentual das classes do IQA dos pontos de amostragem de 2009.

Fonte: ANA (2011)



Jefferson Rudy

Considerando os valores médios do IQA em 2009, observa-se uma condição ótima em 4% dos pontos de monitoramento; boa em 71%; regular em 16%; ruim em 7%; e péssima em 2%. Portanto, essa é a condição da qualidade da água bruta nos pontos analisados, visando ao abastecimento público após seu respectivo tratamento. A Figura 2.7 apresenta a distribuição espacial dos pontos de monitoramento classificados quanto ao IQA.

Os corpos d'água que em 2009 apresentaram pontos de monitoramento com valores médios do IQA nas categorias péssima e ruim encontram-se, em sua maioria, nas proximidades de regiões metropolitanas (São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador) e cidades de médio porte, a exemplo de Campinas/SP e Juiz de Fora/MG. Essa condição está associada principalmente ao lançamento de esgotos domésticos (Tabela 2.5).

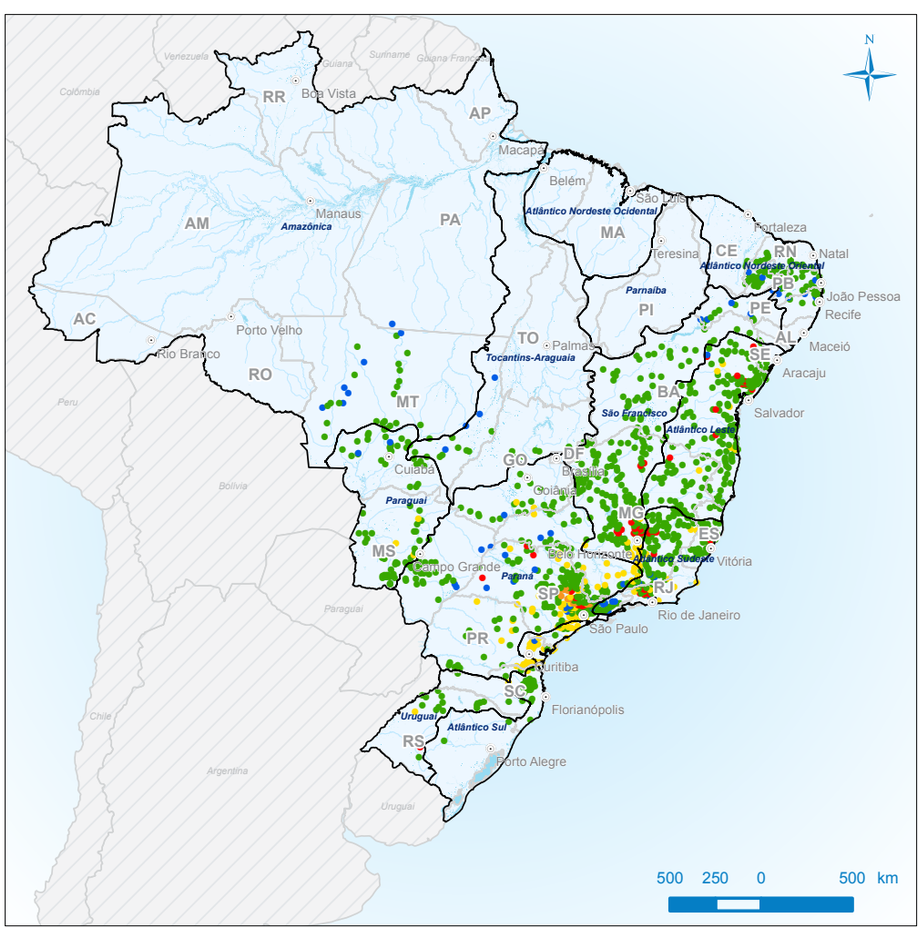


Figura 2.7
IQA em 2009.

Fonte: ANA (2011)

Tabela 2.5 Bacias e respectivos corpos d'água que, em 2009, apresentaram pontos de monitoramento classificados em situação ruim ou péssima, segundo o valor médio do IQA.

Região hidrográfica	Bacias e respectivos corpos d'água com pontos em situação ruim ou péssima
Paraná	Bacia do Alto Tietê: Rio Tietê, Rio Cabuçu, Rio Tamanduateí, Ribeirão dos Meninos, Reservatório Edgard de Souza, Rio Pinheiros, Rio Aricanduva, Reservatório de Pirapora, Reservatório de Rasgão, Ribeirão Pires, Rio Baquiruvu-Guaçu, Rio Juqueri, Ribeirão das Pedras.
	Bacia do Alto Iguaçu: Rio Barigui, Rio Iraí, Rio Padilha, Rio Palmital. Rio Iguaçu, Rio Água Verde, Rio Belém, Rio Parolim, Rio Fany, Córrego Monjolo.
	Bacia do Rio Grande: Rio Preto, Ribeirão São Domingos, Córrego Liso.
	Bacia do Rio Mogi-Guaçu: Rio Mogi-Mirim, Rio das Araras.
	Bacia do Rio Piracicaba: Rio Piracicaba, Ribeirão Tatu, Rio Capivari, Ribeirão Tijuco Preto, Ribeirão Lavapés, Rio Quilombo, Ribeirão dos Toledos, Ribeirão Três Barras.
	Bacia do Rio Jundiaí: Rio Jundiaí.
	Bacia do Rio Ivinhema: Córrego Água Boa.
	Bacia do Rio Paranapanema: Rio Santo Anastácio.
São Francisco	Bacia do Rio das Velhas: Ribeirão Arrudas, Ribeirão do Onça, Rio das Velhas, Córrego Bernardo Monteiro, Córrego Sarandi, Córrego Sandra Rocha, Córrego Perobas, Córrego da Av. Dois, Córrego Cabral, Córrego da Luzia, Córrego Gandi, Córrego Flor d'água, Córrego Ressaca. Córrego da Av. Tancredo Neves, Córrego da Av. Nacional, Córrego dos Munizes, Córrego Bom Jesus, Córrego Água Funda, Córrego Caeté, Ribeirão Poderoso, Ribeirão das Neves. Córrego do Diogo.
	Bacia do Rio Pará: Ribeirão da Fartura, Córrego do Pinto, Ribeirão Paciência.
	Bacia do Rio Jequitinhonha: Rio Salinas.
	Bacia do Rio Paraopeba: Rio Betim, Ribeirão das Areias
	Bacia do Rio Verde Grande: Rio dos Vieiras.
Atlântico Leste	Bacia do Recôncavo Norte: Rio Ipitanga, Rio Pitinga, Rio Joanes, Rio Muriqueira, Rio Camaçari, Rio Jacarecanga.
	Bacia do Rio Cachoeira: Rio Colônia, Rio Cachoeira.
	Bacia do Rio de Contas: Rio do Peixe, Rio Jequiezinho.
	Bacia do Rio Itapicuru: Rio Itapicuru Mirim.
	Bacia do Rio Paraguaçu: Rio do Maia, Rio Jacuípe, Riacho Principal.
	Bacia do Rio Real: Rio Real
Atlântico Sudeste	Bacia do Rio Paraíba do Sul: Ribeirão Meia Pataca, Rio Xopotó.
	Bacia do Rio Reis Magos: Lagoa Jacuném.
	Bacia do Rio Jucu: Rio Aribiri, Rio Itanguá, Rio Marinho, Rio Formate.
	Bacias afluentes à Baía de Sepetiba: Rio Queimados, Rio Ipiranga, Vala do Sangue, Rio Guandu-Mirim, Rio Marinho, Rio Piraquê, Rio Cabuçu, Rio da Guarda, Canal do Itá.
	Bacias afluentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá: Rio Guerenguê, Rio Pavuninha, Arroio Pavuna, Arroio Fundo.
Paraguai	Bacia do Rio Miranda: Córrego Bonito.

Fonte: ANA (2011)

2.3.2 Comparação de Parâmetros de Qualidade com Classes de Enquadramento

Nesta análise foram considerados os parâmetros do IQA, analisados com mais frequência nas redes de monitoramento das UFs, bem como os da Classe 2, pois é a mais frequente de enquadramento dos corpos d'água no País.

Comparando os resultados dos parâmetros que compõem o IQA com os padrões estabelecidos para corpos d'água enquadrados na Classe 2, observa-se que os coliformes termotolerantes, o fósforo total e o oxigênio dissolvido apresentam percentuais elevados de desconformidade (Figura 2.8).

Com relação aos coliformes termotolerantes, o alto percentual de desconformidade (51%) observado na Figura 2.8 é reflexo dos baixos níveis de tratamento de esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores de coliformes termotolerantes indica a possibilidade da existência de organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, o que pode prejudicar o uso da água para vários usos, tais como a recreação de contato primário (ex.: natação), a dessedentação animal e a irrigação de hortaliças.

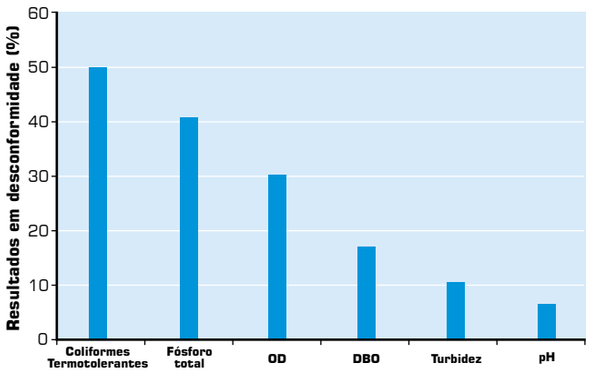


Figura 2.8 Percentual de resultados em desconformidade com o padrão da Classe 2 no ano de 2009.

Fonte: ANA (2011)

Nota: Foram analisados os seguintes números de amostras para cada parâmetro: oxigênio dissolvido – OD (8.328), pH (8.299), turbidez (7.999), coliformes termotolerantes (7.823), demanda bioquímica de oxigênio – DBO (7.710), fósforo total (7.437).

Contaminantes Emergentes em Águas Brasileiras

Contaminantes emergentes (CEs) compreendem não apenas as novas substâncias sintetizadas pelo homem, mas, também, toda espécie biótica ou abiótica, de origem exógena ou endógena, que não é monitorada rotineiramente e que somente agora tem sido detectada em diferentes compartimentos ambientais. Segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), CEs são "poluentes que atualmente não são incluídos em programas de monitoramento e que podem se tornar candidatos para legislações futuras, dependendo de pesquisas sobre (eco)toxicidade, efeitos sobre a saúde, percepção pelo público e dados sobre sua ocorrência em vários compartimentos ambientais". Algumas classes de CEs incluem produtos farmacêuticos e de higiene pessoal, hormônios, drogas de abuso, produtos sintéticos de uso industrial, entre outros. Sabe-se pouco sobre os efeitos desses contaminantes no ambiente e à biota que nele vive, embora muitos CEs também sejam classificados como interferentes endócrinos, ou seja, substâncias que alteram a função do sistema endócrino promovendo efeitos sutis sobre a reprodução e o desenvolvimento de organismos vivos, mesmo sob concentrações-traço.

Fontes de poluição pontuais e difusas contribuem para o aporte de CEs no ambiente. Embora ambos os tipos de fontes sejam importantes, fontes pontuais, notadamente aquelas associadas ao descarte de esgotos domésticos e/ou industriais, sejam eles tratados ou não, têm sido reconhecidas como as principais vias de acesso de CEs para o ambiente (AURIOL et al., 2006).

Até o momento, todos os estudos realizados no Brasil confirmam que o descarte de esgoto, tratado ou não, exerce papel central na ocorrência de inúmeros CEs em águas naturais. Sabe-se também que a ocorrência desses compostos depende de inúmeros aspectos, entre os quais se destacam o índice de coleta e tratamento de esgoto, os processos operantes nas Estações de Tratamento de Esgoto, a razão entre disponibilidade e demanda hídrica, a característica intrínseca de cada composto, entre outros. Dessa maneira, considerando que a ocorrência de CEs depende, invariavelmente, de aspectos regionais, a realização de estudos em diferentes regiões brasileiras torna-se essencial.

Não existem dados sobre a ocorrência de CEs na maioria dos corpos hídricos nacionais e, portanto, a realização de amplo monitoramento desses contaminantes se faz necessária para subsidiar o estabelecimento de indicadores de qualidade mais condizentes com o cenário atual. Essa preocupação é compartilhada, por exemplo, pela Câmara Técnica de Saúde Pública da ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), que sugeriu o monitoramento de alguns contaminantes emergentes em águas naturais, tais como a cafeína e o bisfenol A, como forma de prover subsídios para a revisão da legislação nacional de água para consumo humano (UMBUZEIRO; SILVÉRIO, 2010). Recentemente, uma ação encabeçada por pesquisadores do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas (INCTAA) promoveu a amostragem de águas para consumo humano de 18 capitais do Brasil com vistas à determinação de 16 CEs de diferentes classes. Essa iniciativa deve gerar os primeiros resultados, de abrangência nacional, sobre a ocorrência de diversos contaminantes não monitorados na água servida à grande parte da população brasileira.

Ainda são desconhecidos os valores seguros para muitos CEs na água destinada ao abastecimento público, sendo recomendável que essas substâncias sejam investigadas e monitoradas para permitir ações preventivas, pautadas na minimização de fontes, ou corretivas, voltadas ao estabelecimento de tecnologias capazes de remover esses contaminantes de Estações de Tratamento de Esgoto e de Estações de Tratamento de Água.

Com relação ao fósforo, o alto percentual de desconformidade (42%) tem origem principalmente nos esgotos domésticos.

Com relação ao OD, a Figura 2.9 apresenta o valor médio desse parâmetro, em 2009, em 2.195 pontos de monitoramento de 24 Unidades da Federação. A maior ocorrência desses valores de OD, inferiores a 2 mg/L, verificou-se principalmente nos pontos de monitoramento localizados nas regiões metropolitanas e nas proximidades de cidades de médio porte. Entre esses pontos, destacam-se aqueles localizados nos seguintes corpos d'água:

- Rios Tamanduateí, Pinheiros, Tietê, Aricanduva e Cabuçu, na Região Metropolitana de São Paulo (SP).
- No interior do Estado de São Paulo, o Rio Quilombo em Campinas, Rio Preto em São José do Rio Preto, Ribeirão São Domingos na região de Catanduva, Ribeirão Tatu em Limeira, Rio Mogi-Mirim nas proximidades de Mogi-Mirim (SP).
- Córregos Sarandi, Bom Jesus, Água Funda, Cabral, entre outros, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (BH).
- Ribeirão dos Vieiras em Montes Claros (MG).
- Rios Belém e Barigui, na Região Metropolitana de Curitiba (PR).
- Rios Queimados, Ipiranga, Cabuçu, Piraquê e Vala do Sangue, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RJ).
- Rios Ipitanga, Muriqueira, Camaçari e Jacarecanga, na Região Metropolitana de Salvador (BA).
- Rios Marinho, Itanguá e Aribiri, na Região Metropolitana de Vitória (ES).
- Rios Jaguaribe, Cabocó, Cuia e Riacho Mussuré, nas proximidades de João Pessoa (PB).

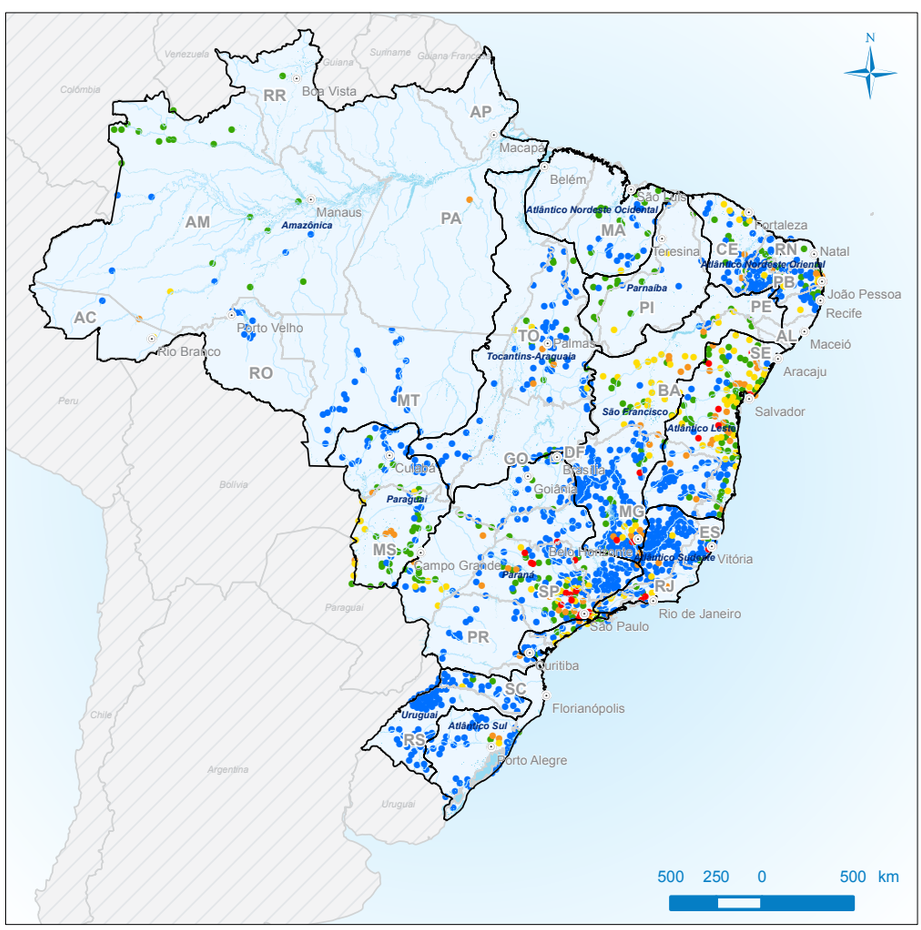
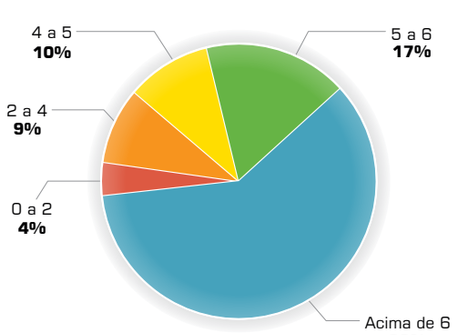


Figura 2.9
Pontos de monitoramento e respectivas classes de oxigênio dissolvido (OD) em 2009.
Fonte: ANA (2011)



Do total de pontos amostrados, 77% apresentaram valor médio anual de OD maior que 5 mg/L, portanto, acima do limite mínimo considerado adequado para a preservação das comunidades aquáticas (Figura 2.10). Entre os 23% dos pontos de monitoramento que apresentaram valores médios abaixo de 5 mg/L, destacam-se os pontos listados anteriormente que possuem valores inferiores a 2 mg/L e que representam 4% dos pontos analisados.

Figura 2.10
Percentual de pontos de monitoramento nas classes de OD em 2009.
Fonte: ANA (2011)

2.3.3 Análise Histórica da Situação em Algumas Bacias Brasileiras

As Tabelas 2.6, 2.7 e 2.8 destacam os pontos de monitoramento em que a comparação entre os anos foi possível e que mostram melhoria no valor do IQA. Comparando os valores de 2002 com os obtidos entre 2006 e 2009, observa-se que vários pontos de coleta apresentaram aumento que pode estar associado aos investimentos em saneamento, controle da poluição industrial ou gestão das vazões efluentes de reservatórios. Destaca-se, no período 2002-2009, a melhoria na Bacia do Rio das Velhas em Minas Gerais, na Bacia do Rio Paraíba do Sul e nas Bacias dos Rios Piracicaba, Sorocaba e Grande. Em algumas dessas bacias, foram investidos recursos do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes), da ANA, que podem ter contribuído para a melhoria dos valores do IQA.

Tabela 2.6 Pontos de monitoramento com melhoria do IQA, entre 2002 e 2009, na Região Hidrográfica do Paraná.

Região hidrográfica	Bacia	Corpo d'água	Entidade/código do ponto	Município	IQA (Valor médio anual) 2002	2006	2009	Motivo provável
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Uberabinha	Igam – PB023	Uberlândia (MG)	44	49	52	Ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Uberabinha e construção do Interceptor de esgoto em Uberlândia.
	Pontal do Paranapanema	Rio Santo Anastácio	Cetesb – STAN04400	Álvares Machado (SP)	Não disponível	16	35	Tratamento dos esgotos pela ETE de Presidente Prudente e tratamento dos efluentes de curtume.
	Rio Sorocaba	Rio Sorocaba	Cetesb – SORO02100	Sorocaba (SP)	33	43	42	Implantação da ETE Sorocaba(1).
	Rio Piracicaba	Rio Jundiaí	Cetesb – JUNA04900	Salto (SP)	22	24	31	Redução da carga orgânica industrial e operação da ETE de Salto.
	Rio Tietê	Reservatório Billings – Braço Taquacetuba	Cetesb – BITQ00100	São Paulo (SP)	77	76	84	Implantação do Sistema de Flotação do Rio Pinheiros.
	Rio Grande	Ribeirão Bocaina	Igam – BG053	Passos (MG)	36	39	49	Implantação da ETE em Passos (MG) em 2008.
	Rio Preto	Rio Preto	Cetesb – PRET02300	Divisa entre Onda Verde (SP) e Ipiguá (SP)	16	20	21	Implantação da ETE Rio Preto. Apesar da melhoria na qualidade da água do rio, ainda há problemas na operação da ETE, que tem funcionamento intermitente.
	Rio Preto	Rio Preto	Cetesb – PRET02800	Divisa entre Cosmorama (SP) e Palestina (SP)	51	52	57	Implantação da ETE Rio Preto. Apesar da melhoria na qualidade da água do rio, ainda há problemas na operação da ETE, que tem funcionamento intermitente.

Classificação dos valores do IQA

Péssima (0 a 19) Ruim (20 a 36) Regular (37 a 51) Boa (52 a 79) Ótima (80 a 100)

Fonte: ANA (2011)

(1) Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) apoiada com recursos do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes) da ANA.

Tabela 2.7 Pontos de monitoramento com melhoria do IQA, entre 2002 e 2009, na Região Hidrográfica do São Francisco.

Região hidrográfica	Bacia	Corpo d'água	Entidade/código do ponto	Município	IQA (Valor médio anual) 2002	2006	2009	Motivo provável
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão do Onça	Igam – BV154	Belo Horizonte (MG)	19	20	27	Implantação da ETE Onça(1) em Belo Horizonte.
	Rio das Velhas	Ribeirão Arrudas	Igam – BV155	Belo Horizonte (MG)	17	21	31	Implantação da ETE Arrudas em Belo Horizonte.
	Rio das Velhas	Ribeirão da Mata	Igam – BV130	Vespasiano (MG)	37	45	44	Implantação da ETEs em Matozinhos (MG) e Vespasiano (MG).
	Rio das Velhas	Rio das Velhas	Igam – BV083	Belo Horizonte (MG)	30	39	37	Implantação da ETE Arrudas em Belo Horizonte.
	Rio das Velhas	Rio das Velhas	Igam – BV137	Divisa Lagoa Santa (MG) Jaboticatubas (MG)	24	38	38	Implantação da ETE Onça(1) e ETE Arrudas em Belo Horizonte.
	Rio das Velhas	Rio das Velhas	Igam – BV156	Jequitibá (MG)	31	46	44	Implantação da ETE Onça(1) e ETE Arrudas em Belo Horizonte.
	Rio das Velhas	Rio das Velhas	Igam – BV105	Belo Horizonte (MG)	22	28	34	Implantação da ETE Onça(1) e ETE Arrudas em Belo Horizonte.

Classificação dos valores do IQA

Péssima (0 a 19) Ruim (20 a 36) Regular (37 a 51) Boa (52 a 79) Ótima (80 a 100)

Fonte: ANA (2011)

(1) ETE apoiada com recursos do Prodes da ANA.

Tabela 2.8 Pontos de monitoramento com melhoria do IQA, entre 2002 e 2009 na Região Hidrográfica do Atlântico Leste.

Região hidrográfica	Bacia	Corpo d'água	Entidade/código do ponto	Município	IQA (Valor médio anual) 2002	2006	2009	Motivo provável
Atlântico Sudeste	Litoral Norte	Rio Grande	Cetesb GRAN02800	Uberaba (SP)	72	70	76	O lixão localizado a montante do ponto de coleta foi desativado.
	Rio Doce	Rio do Peixe	Igam – RD030	Nova Era (MG)	49	63	57	Implantação da ETE Córrego da Penha[1] em Belo Horizonte.
	Rio Paraibuna do Sul	Rio Paraibuna	Igam – BS017	Juiz de Fora (MG)	27	33	37	Implantação da ETE em Barbosa Lage[1] em Juiz de Fora.
	Rio Paraibuna do Sul	Rio Paraibuna do Sul	Igam – BS083	Juiz de Fora (MG)	46	57	53	Implantação das ETEs Guararema[1] e São José dos Campos. Implantação de coletor-tronco de esgotos em Jacareí e São José dos Campos.
	Rio Paraibuna do Sul	Rio Paraibuna do Sul	Cetesb PARB02300	São José dos Campos (SP)	51	57	60	Implantação da ETEs Guararema[1] e São José dos Campos. Implantação de coletor-tronco de esgotos em Jacareí e São José dos Campos.
	Rio Paraibuna do Sul	Rio Paraibuna do Sul	Cetesb PARB02310	São José dos Campos (SP)	52	57	60	Aumento do volume operacional do Reservatório Santa Branca e das vazões do Rio Paraíba do Sul aumentaram a capacidade de diluição dos lançamentos.
	Rio Paraibuna do Sul	Reservatório do Jaguari	Cetesb PARB02100	Divisa Santa Branca (SP) Jacareí (SP)	70	73	77	Alteração no manejo de vazões do Reservatório Jaguari, Transposição dos esgotos sanitários do Bairro Rodrigo Barreto em Arujá (SP) para a Bacia do Rio Tietê.
	Rio Paraibuna do Sul	Rio Muriaé	Cetesb PARB02000	Santa Isabel (SP)	64	70	77	Implantação da ETE Onça[1] e ETE Arrudas em Belo Horizonte.
	Rio Jucu	Rio Formate	Igam – BS081	Muriaé (MG)	49	56	54	Implantação da ETE Dornelas em Muriaé[1].
	Rio Jucu	Rio Formate	Iema – FOR1C001	Divisa Viana/ Cariacica (ES)	42	58	57	Operação das ETEs Via Bethânia e Marcílio de Noronha em Viana e da ETE Padre Gabriel em Cariacica. Controle de efluentes industriais.
	Rio Jucu	Rio Formate	Iema – FOR1C010	Divisa Viana/ Cariacica (ES)	34	39	41	Operação das ETEs Via Bethânia e Marcílio de Noronha em Viana e da ETE Padre Gabriel em Cariacica. Controle de efluentes industriais.
	Rio Jucu	Rio Formate	Iema – FOR1C015	Divisa Viana/ Cariacica/Vila Velha (ES)	30	29	43	Operação das ETEs Via Bethânia e Marcílio de Noronha em Viana e da ETE Padre Gabriel em Cariacica. Controle de efluentes industriais.
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	Igam – JE005	Carbonita (MG)	67	81	79	Diminuição do desmatamento na região, diminuição da atividade de extração de diamante e melhoria da conscientização ambiental da população.
	Rio Jequitinhonha	Rio Araçuaí	Igam – JE015	Berilo (MG)	63	68	72	Implantação da ETE em Berilo em 2008.

Classificação dos valores do IQA

Péssima (0 a 19) Ruim (20 a 36) Regular (37 a 51) Boa (52 a 79) Ótima (80 a 100)

Fonte: ANA (2011)

[1] ETE apoiada com recursos do Prodes da ANA.

2.4 Balanço Quali-Quantitativo

O balanço entre a oferta de água e as demandas quantitativas (captações) e qualitativas (lançamentos) é de fundamental importância para traçar o diagnóstico das bacias brasileiras. Com base em informações de oferta de água, demandas consuntivas e qualidade das águas, já abordadas nos itens anteriores, é possível realizar o balanço quali-quantitativo dos rios e bacias brasileiras, de forma a orientar as ações de gestão previstas na Política Nacional de Recursos Hídricos.

2.4.1 Balanço Quantitativo

O balanço quantitativo representa a relação entre a demanda de recursos hídricos e a disponibilidade hídrica, realizada mediante a análise da razão entre a vazão de retirada, ou seja, a água captada destinada a atender os diversos usos consuntivos, e a disponibilidade hídrica (em rios sem regularização, equivale à vazão de estiagem – a vazão com permanência de 95%; em rios com regularização, à vazão regularizada somada ao incremento de vazão, com permanência de 95%). Tal relação, traduzida pela Figura 2.11, oferece uma visão do nível de comprometimento quantitativo dos recursos hídricos.

Emergências Ambientais

Os acidentes ambientais afetam a qualidade da água, pois liberam produtos e substâncias considerados perigosos para o ambiente. Registros do Ibama confirmam que, desde 2006, 26,1% dos acidentes ambientais atingiram o meio hídrico. Esse é o segundo ambiente natural mais afetado, ficando atrás somente do solo. Os produtos perigosos oriundos de acidentes que atingem diretamente rios, lagos e córregos ou, ainda, que os alcançam indiretamente após percolação e infiltração no solo, podem causar danos irreversíveis a alguns ecossistemas, a depender das características do produto envolvido e da sensibilidade do corpo receptor.

Conforme os relatórios de acidentes ambientais do Ibama, os produtos que mais atingem o meio hídrico são pertencentes à Classe de Risco 3 – líquidos inflamáveis, representados principalmente por óleos combustíveis, com 35,7% do total dos produtos (Figura A).

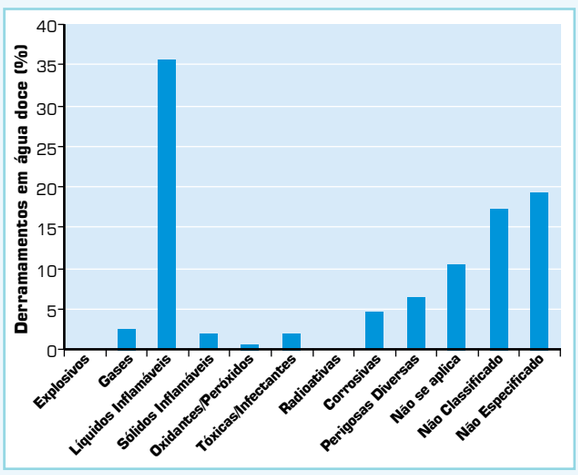


Figura A Classes de risco dos produtos derramados em água doce (2006 a agosto de 2011).

Fonte: Ibama

Os impactos dos acidentes ambientais nas águas são inúmeros e incluem mortandade de fauna, desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos e dos que dele dependem, destruição de áreas de preservação permanente, contaminação da água para uso humano, agrícola ou industrial, danos à pesca, turismo, lazer, entre outros.

Para exemplificar, o Rio Paraíba do Sul, na Região Sudeste, já foi afetado por inúmeros acidentes, sendo dois de grande relevância ocorridos nos anos de 2003 e 2008, com o lançamento de soda cáustica com lignina – rejeitos da fabricação de papel conhecido como "licor negro" (Figuras B e C) – e do pesticida Endossulfan, respectivamente.

Ambos os acidentes geraram efeitos graves na dinâmica ambiental do rio (Figura D), prejudicando o uso das águas para diversos fins por muito tempo. Tanto o Ibama quanto órgãos estaduais ambientais ainda monitoram os efeitos desse evento.



Figura B Rompimento de barragem com licor negro, em 2003, que atingiu o Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Ibama



Figura C Paraíba do Sul leva o licor negro proveniente de rompimento de barragem em Cataguases/MG para o mar, 2003.

Fonte: Ibama



Figura D Milhares de peixes mortos após acidente com pesticida no Rio Paraíba do Sul em 2008.

Fonte: Fiperj

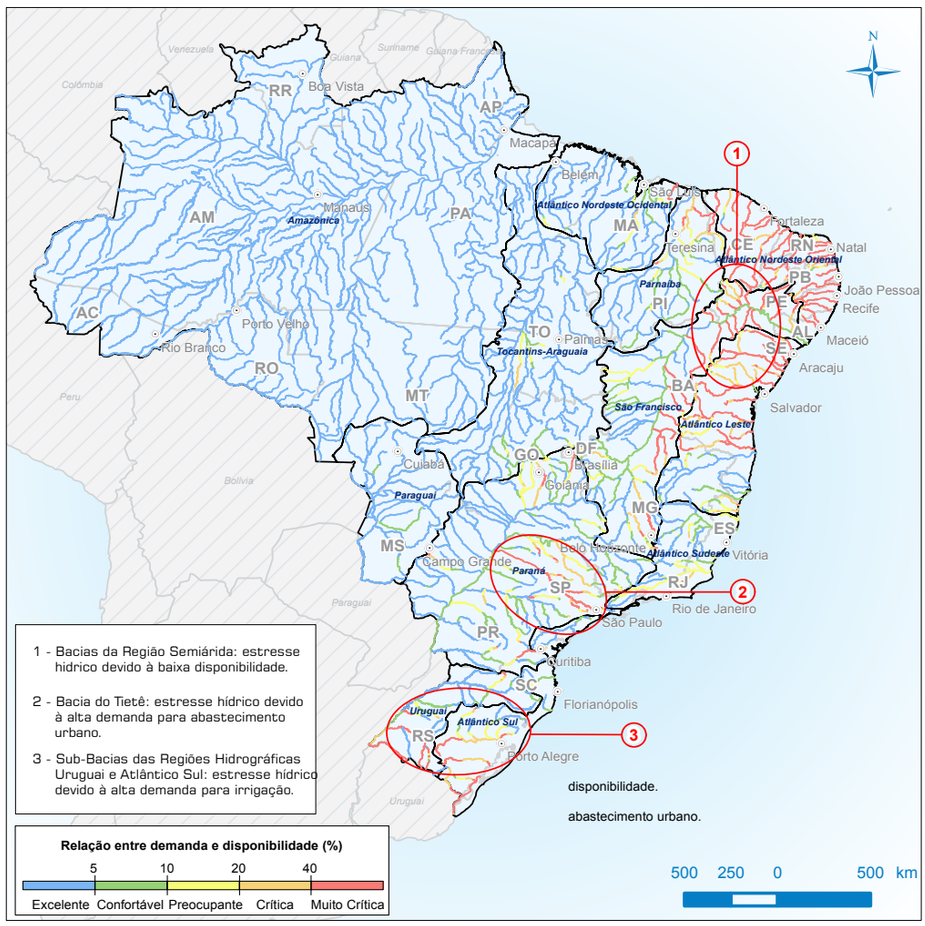


Figura 2.11
Situação dos principais rios brasileiros quanto à relação demanda versus disponibilidade hídrica superficial.
Fonte: ANA (2011)

Para a definição das faixas de classificação desse índice empregaram-se as mesmas adotadas nas faixas de situação utilizadas pela *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas, com base no índice de retirada de água ou *water exploitation index*, que é igual ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período. As faixas de classificação foram consideradas adequadas para o caso brasileiro e são as seguintes:

- até 5% - Excelente. A água é considerada um bem livre; pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária.
- de 5% a 10% - A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.
- de 10% a 20% - Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios.
- de 20% a 40% - A situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.
- acima de 40% - A situação é muito crítica, exigindo também intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.

A caracterização das regiões em diferentes níveis de criticidade e a espacialização desse índice permite uma reflexão sobre a situação real de utilização dos recursos hídricos e quão relevante é a estrutura de gestão requerida na bacia. Quanto mais alto o índice, maior a complexidade da gestão requerida. É possível ainda localizar onde as ações de gestão devem ser concentradas.

A Figura 2.12 mostra um panorama da situação dos principais rios brasileiros quanto ao balanço hídrico (relação demanda/disponibilidade hídrica) e oferece uma visão do nível de comprometimento quantitativo dos recursos hídricos. Em termos gerais, para o País, a situação do balanço hídrico dos principais rios brasileiros é bastante confortável, com 73% da extensão dos trechos analisados classificados como excelente.

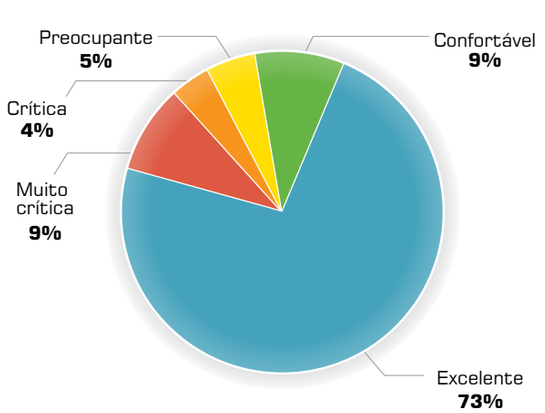


Figura 2.12 Distribuição percentual da extensão dos principais rios do País com relação ao balanço demanda/disponibilidade.
Fonte: ANA (2009)

A Tabela 2.9 apresenta a situação do balanço demanda/disponibilidade hídrica distribuída por regiões hidrográficas do País.

Tabela 2.9 Relação entre demanda/disponibilidade hídrica em extensão de rios para as regiões hidrográficas do País.

Região Hidrográfica	Muito crítico		Crítico		Preocupante		Confortável		Excelente	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Amazônica	395	0,1%	262	0,1%	1.574	0,5%	5.793	2,0%	287.596	97,3%
Atlântico Leste	25.597	35,0%	16.301	22,0%	9.029	12,0%	7.923	11,0%	14.815	20,0%
Atlântico Sudeste	2.674	5,6%	3.935	8,2%	6.895	14,4%	7.930	16,6%	26.346	55,1%
Atlântico Sul	12.551	34,4%	4.312	11,8%	4.517	12,4%	4.165	11,4%	10.897	29,9%
Nordeste Ocidental	1.951	4,7%	4.656	11,3%	6.821	16,5%	9.451	22,9%	18.353	44,5%
Nordeste Oriental	59.685	86,0%	4.665	7,0%	2.665	4,0%	1.353	2,0%	1.351	2,0%
Paraná	10.616	6,0%	10.444	6,0%	18.045	11,0%	30.005	17,9%	104.920	60,0%
Paraguai	20.799	35,1%	189	0,3%	1.990	3,4%	5.130	8,7%	31.110	52,5%
Parnaíba	5.288	8,9%	4.147	7,0%	8.461	14,2%	10.878	18,3%	30.806	51,7%
São Francisco	43.726	36,3%	12.122	10,1%	16.267	13,5%	17.899	14,8%	30.535	25,3%
Tocantins-Araguaia	576	0,4%	1.811	1,1%	6.630	4,1%	14.613	9,0%	137.942	85,4%
Uruguai	12.607	33,7%	1.612	4,3%	2.285	6,1%	5.618	15,0%	15.235	40,8%

Fonte: ANA (2009)

Na região hidrográfica Amazônica todos os trechos de rios analisados apresentaram relação entre demanda e disponibilidade excelente, resultado de uma combinação de alta disponibilidade hídrica e de baixa demanda, devido à baixa densidade demográfica.

Outras regiões brasileiras apresentam vários rios em situação de estresse hídrico. Na Região Nordeste, ocorre grande quantidade de rios classificados com criticidade quantitativa devido à baixa disponibilidade hídrica dos corpos d´água. No Sul do Brasil, muitos rios possuem criticidade quantitativa, devido à grande demanda para irrigação (arroz inundado) (ANA, 2011).

A região hidrográfica mais problemática do País é a do Atlântico Nordeste Oriental, onde a disponibilidade hídrica é muito baixa e 74% dos trechos de rios analisados foram classificados em situação crítica ou muito crítica. As regiões do São Francisco e Atlântico Leste também apresentam áreas com situações críticas. Nessas regiões, há, normalmente, uma associação de baixa pluviosidade e elevada evapotranspiração, características da região do Semiárido nordestino (ANA, 2009).

Nas regiões do Paraná e do Atlântico Sudeste, a criticidade do balanço hídrico é devido à alta densidade demográfica. Nas regiões Atlântico Sul e Uruguai, a alta demanda por irrigação também torna crítica a relação demanda/disponibilidade dos rios analisados.

2.4.2 Balanço Qualitativo

O lançamento de esgotos domésticos é considerado, em termos gerais, como o principal fator de degradação dos corpos d'água brasileiros, pois apenas 50,6% dos domicílios brasileiros contam com rede coletora de esgotos. Somente 34,6% dos esgotos domésticos urbanos recebem algum tratamento, sendo o restante lançado diretamente nos corpos d'água (ANA, 2011).

Com o intuito de gerar um diagnóstico das cargas orgânicas domésticas, inclusive nas regiões que não apresentam monitoramento, no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2009 (ANA, 2009) foram estimadas as cargas de esgoto doméstico urbano dos municípios brasileiros e a capacidade de assimilação dessas cargas pelos corpos d'água.

Ao calcular esse indicador, leva-se em conta a carga de esgoto doméstico gerada (toneladas de $DBO_{5,20}$/dia) e a população urbana de cada município. Desse valor, são subtraídos os volumes tratados de esgoto doméstico, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2007) e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002).

No Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2011), a carga assimilável pelos corpos d'água também foi estimada, considerando que todos estivessem enquadrados na Classe 2, segundo a Resolução Conama nº 357/2005, que determina como limite máximo de $DBO_{5,20}$ o valor de 5 mg/L (índice que mede a biodegradabilidade). Para essa estimativa, multiplica-se a vazão disponível pelo valor de 5 mg/L e transformam-se os dados para toneladas de $DBO_{5,20}$/dia. O decaimento da carga orgânica no trecho a jusante do lançamento foi estimado como exponencial.

Para a estimativa da capacidade de assimilação dos rios, dividiram-se os valores de carga de esgoto doméstico pelas cargas assimiláveis calculadas para a vazão disponível. A Tabela 2.10 apresenta a escala de valores utilizada no mapa seguinte: valores superiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é superior à carga assimilável; valores inferiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é inferior à carga assimilável. A Figura 2.13 ilustra os valores estimados desse índice de balanço qualitativo por trecho de rio.

Tabela 2.10 Classes da relação carga lançada/carga assimilável e a respectiva condição.

Classes	Condição	Cor
0 – 0,5	Ótima	
0,5 – 1,0	Boa	
1,0 – 5,0	Regular	
5,0 – 20,0	Ruim	
> 20	Péssima	

Em termos gerais, 78% da extensão dos rios brasileiros apresentam ótima condição para assimilação das cargas de DBO de origem doméstica (Figura 2.13 e 2.14). A Tabela 2.11 apresenta a distribuição de condição de assimilação das cargas de DBO para cada região hidrográfica.

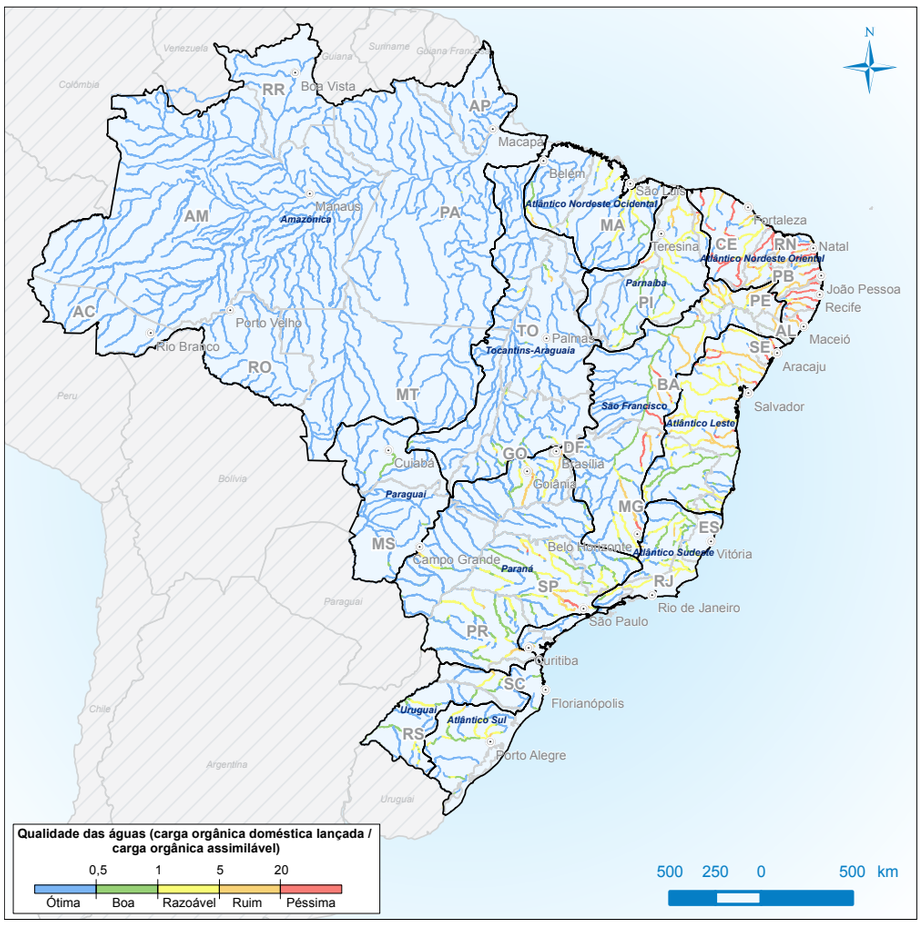


Figura 2.13
Estimativa da capacidade de assimilação de cargas orgânicas, considerando a disponibilidade hídrica.
Fonte: ANA (2011)

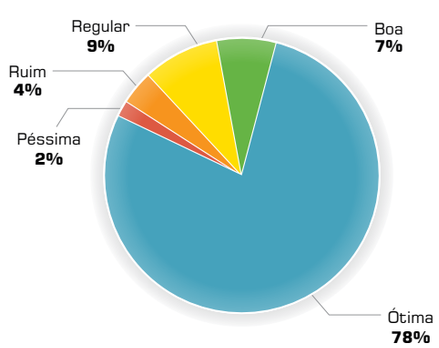


Figura 2.14
Distribuição percentual da extensão dos principais rios do País, segundo a capacidade de assimilação das cargas de esgotos.
Fonte: ANA (2009)

Tabela 2.11 Distribuição percentual de extensão dos rios por região hidrográfica, segundo a capacidade de assimilação de cargas de esgotos.

Região Hidrográfica	Muito crítico		Crítico		Preocupante		Confortável		Excelente	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Amazônica	116,64	0,0%	533,83	0,1%	1.533,38	0,2%	1.390,47	0,2%	733.560,15	99,5%
Atlântico Leste	6.041,32	8,1%	5.650,19	7,6%	6.580,96	8,9%	2.333,39	3,1%	53.560,24	72,2%
Atlântico Sudeste	1.243,63	2,6%	3.060,56	6,4%	8.128,27	16,9%	2.779,62	5,8%	32.954,17	68,4%
Atlântico Sul	637,34	1,7%	2.032,57	5,5%	4.137,59	11,2%	2.371,45	6,4%	27.633,08	75,1%
Nordeste Ocidental	1.325,51	3,1%	1.787,67	4,1%	3.763,12	8,7 %	781,20	1,8%	35.600,27	82,3%
Nordeste Oriental	12.257,32	17%%	5.497,41	8%	2.280,52	3,0%	200,02	0%	49.858,00	71,0%
Paraguai	848,66	1%	270,07	0%	1.155,97	2%	830,61	1%	54.456,30	95%
Paraná	3.020,70	2,0%	9.807,80	6,0%	21.376,70	12,0%	9.593,80	5,0%	133.650,34	75,0%
Parnaíba	1.178,59	1,9%	2.118,11	3,4%	4.557,75	7,2%	1.408,64	2,2%	53.667,05	85,3%
São Francisco	5.745,14	4,7%	4.597,07	3,8%	5.401,56	4,4%	3.624,76	3,0%	103.028,80	84,2%
Tocantins-Araguaia	204,83	0,1%	1.169,07	0,7%	4.030,99	2,4%	3.055,80	1,9%	156.300,12	94,9%
Uruguai	410,02	1,1%	1.423,91	3,7%	4.540,98	11,7%	3.476,56	8,9%	29.070,86	74,7%

Fonte: ANA (2009)



Banco de Imagens do Ibama

As condições mais críticas para a assimilação dos esgotos domésticos são observadas nas regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste e Parnaíba, localizadas na região Semiárida. Nelas, há grande proporção de rios intermitentes e com baixa disponibilidade hídrica, que, por essa razão, não possuem capacidade de assimilar as cargas de esgoto para a Classe 2. Outras áreas críticas localizam-se nas bacias dos rios Tietê e Piracicaba (SP), Rio das Velhas e Rio Verde Grande (MG), Rio Meia Ponte (GO), Rio Iguaçu (PR), Rio dos Sinos (RS), Rio Anhanduí (MS) e rios das bacias contribuintes à Baía de Guanabara (RJ). Esses rios localizados em regiões metropolitanas, apesar de apresentarem alta disponibilidade hídrica, recebem elevada carga orgânica devido à alta densidade populacional. No caso específico dos rios da Bacia do Alto Tietê, apenas 10,31% da extensão dos corpos d´água foram enquadrados na Classe Ótima, segundo a capacidade de assimilação das cargas de esgotos.

Em situação oposta, observa-se que na Região Hidrográfica Amazônica os corpos d'água analisados apresentam ótima condição para assimilação das cargas orgânicas domésticas, em decorrência das baixas densidades populacionais e altas disponibilidades hídricas.

2.4.3 Bacias com Estresse Hídrico – Quantidade e Qualidade

A Lei nº 9.433/1997, em seu art. 3º, define a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, como uma das diretrizes para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Realizou-se um diagnóstico das bacias críticas brasileiras, considerando, de forma integrada, a análise de criticidade sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo.

Para determinar a criticidade qualitativa, utilizou-se o indicador de capacidade de assimilação dos corpos d´água.

A Tabela 2.12 mostra a matriz utilizada para enquadrar os trechos de rio segundo as duas condições (qualitativa e quantitativa), a Figura 2.15 a situação da extensão dos rios do País segundo a classificação adotada, e a Figura 2.16 a distribuição espacial da classificação adotada segundo as microbacias.

Tabela 2.12 Resumo de análise de criticidade dos trechos de rio.

Condição quantitativa	Condição qualitativa				
	Péssima	Ruim	Razoável	Boa	Ótima
Excelente	Criticidade qualitativa				Satisfatório
Confortável					
Preocupante					
Crítica	Criticidade quali-quantitativa				Criticidade quantitativa
Muita crítica					

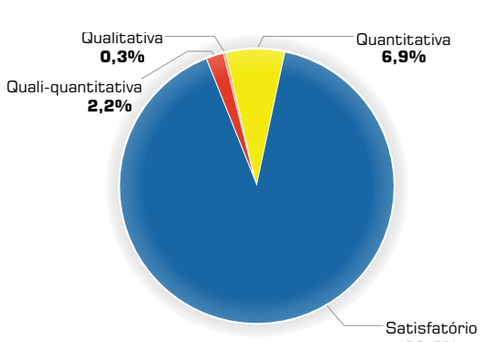


Figura 2.15 Distribuição percentual da extensão dos principais rios do País segundo classes do indicador de balanço quali-quantitativo.

Fonte: ANA (2010)

O exame da Figura 2.16 revela que grande parte das bacias classificadas com criticidade quali-quantitativa abrange as principais regiões metropolitanas (RM), tais como: Bacias do Alto Tietê e Tietê/Sorocaba (RM de São Paulo), Bacia da Baixada Santista (RM da Baixada Santista), Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ (RM de Campinas), Bacias dos Rios Sinos, Gravataí e Caí (RM de Porto Alegre), Bacia do Rio Cubatão Sul (RM de Florianópolis), Bacia do Rio Guandu e bacias contribuintes à Baía de Guanabara (RM do Rio de Janeiro), Bacia do Rio Paraopeba (RM de Belo Horizonte), Bacia do Rio Meia Ponte (RM de Goiânia), Lago Paranoá (Região Integrada de Desenvolvimento – Ride-DF), Bacia do Rio Paraíba, bacias litorâneas de Alagoas (RM de Maceió), Bacias dos Rios Sirinhaém, Capibaribe e Ipojuca (RM de Recife) e bacias litorâneas do Rio Grande do Norte (RM de Natal).

Água, Saneamento e Saúde

A maior parte dos domicílios brasileiros, 84%, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - 2009 (PNAD) (IBGE, 2009), é servida por rede de água, sendo 96% dos ambientes urbanos e 54% de rurais. A destinação adequada do esgoto abrange 75% dos domicílios brasileiros, sendo 60% ligados à rede de coleta e 15% com fossa séptica.

Esses valores ainda estão aquém da cobertura universal desejada e que pode ser alcançada ao longo das próximas décadas. A lenta expansão desses serviços tem sido resultado do investimento público em redes de saneamento, combinado com o aumento da renda real e a difusão do microcrédito, que tem permitido às famílias a aquisição dos equipamentos necessários e o comprometimento de parte de sua renda para o pagamento do serviço. Um exemplo desse fenômeno recente é o aumento contínuo da presença de banheiros nos domicílios, que segundo a PNAD, de 2009, alcança cerca de 95% dos domicílios brasileiros. Esse valor suplanta a cobertura de serviços de água e esgoto, demonstrando que existem equipamentos sanitários, mesmo na ausência de redes de saneamento, como provável consequência do investimento realizado por indivíduos e não pelo Estado.

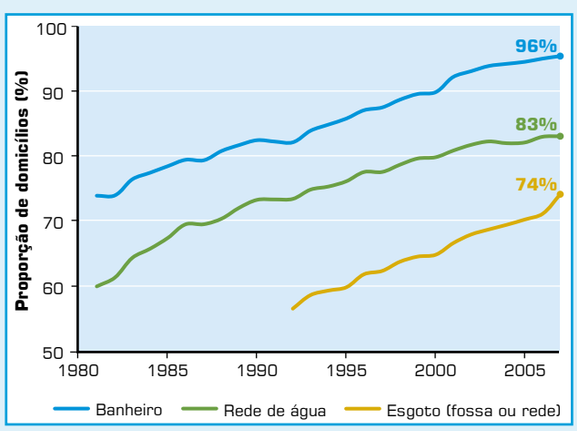


Figura A Acesso a serviços de saneamento.
Fonte: IBGE (2009)

As consequências dessa cobertura incompleta de serviços de saneamento são de difícil avaliação. A evolução das doenças relacionadas à água e saneamento mostra uma forte tendência de queda para indicadores importantes como a mortalidade por diarreias em crianças menores de 5 anos. Da mesma maneira, houve queda na incidência de esquistossomose. Ambos agravos sofrem influência da cobertura de redes de esgotamento de água e das condições de habitação e renda familiar.

Não se observou diminuição na incidência de hepatite "A", cuja transmissão está associada à contaminação de águas e alimentos. A incidência de dengue, que no Brasil é parcialmente determinada por condições inadequadas de saneamento, apresentou tendência de aumento ao longo da última década, com períodos epidêmicos, principalmente em grandes cidades (Figura B).

Desse modo, não se pode assegurar que o aumento da cobertura de serviços de saneamento esteja atuando de modo isolado na redução de doenças relacionadas à água. A rede pública de abastecimento de água é uma de suas fontes. Parte do abastecimento realizado por poço ou nascente pode ser considerada como segura, ou de boa qualidade, somente se garantida a proteção de mananciais, da água subterrânea e a coleta e tratamento de esgoto. A combinação entre a universalização do acesso à rede de abastecimento de água e a crescente vulnerabilidade das fontes superficiais e subterrâneas de água pode, em vez de proteger a população, magnificar os riscos à saúde por meio da ampliação da população exposta a agentes químicos e biológicos.

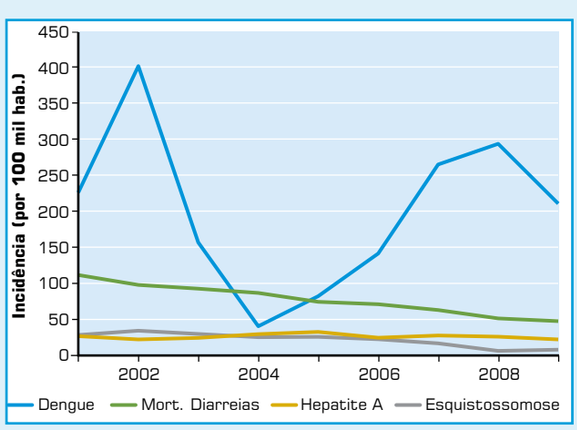


Figura B Incidência de doenças relacionadas à água e ao saneamento.
Fonte: IBGE (2009)

Também o acesso a serviços de coleta de esgoto não é garantia a serviços de saneamento de qualidade. O questionário utilizado no Brasil tanto pelo censo demográfico quanto o da PNAD utiliza as seguintes formas de descarte de esgoto: rede geral de coleta, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, descarga em rio, lago ou mar e outro tipo de escoadouro. Não se pode *a priori* avaliar quais alternativas representariam risco ou proteção à saúde, sem considerar o contexto dos sistemas de saneamento, se rurais ou urbanos, e sua interação com os sistemas de abastecimento de água.

As regiões hidrográficas Amazônica, Tocantins-Araguaia e Paraguai são as que possuem os menores valores de comprometimento quali-quantitativo de extensão de rio (Tabela 2.13). Essas áreas são caracterizadas por elevada disponibilidade hídrica, associada à baixa densidade populacional e à existência de grandes áreas protegidas e conservadas.

A criticidade quali-quantitativa verificada em extensões da região hidrográfica do Paraná é devida ao grande contingente populacional localizado nas Regiões Metropolitanas (ex.: São Paulo, na Bacia do Alto Tietê, Curitiba, na Bacia do Alto Iguaçu, e Campinas na Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Nessas regiões, verifica-se grande demanda para os usos urbano e industrial, e elevada carga de esgotos domésticos lançada.

As regiões hidrográficas do São Francisco, Atlântico Leste e Atlântico Nordeste Oriental apresentam elevada criticidade quali-quantitativa decorrente das baixas vazões dos rios localizados na região do Semiárido brasileiro.

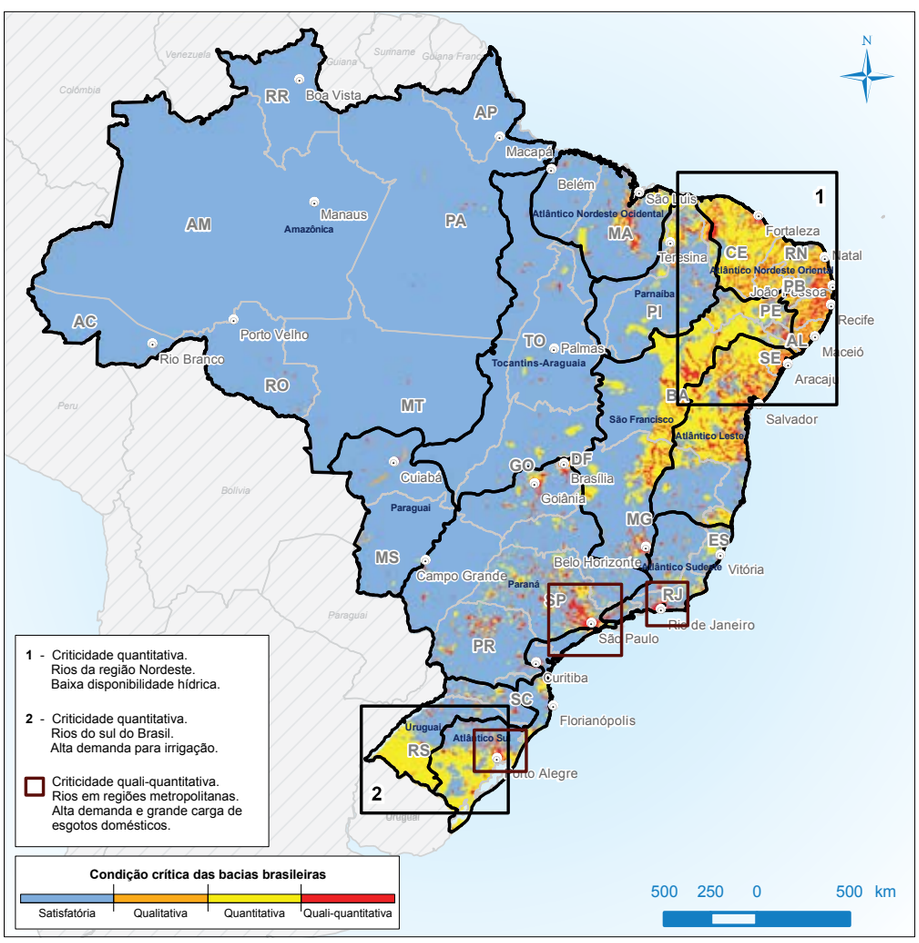


Figura 2.16
Bacias críticas brasileiras segundo os aspectos de qualidade e quantidade.

Fonte: ANA (2010)

Tabela 2.13 Análise de criticidade em extensão dos trechos de rio por região hidrográfica.

Região Hidrográfica	Criticidade quali-quantitativa		Criticidade qualitativa		Criticidade quantitativa		Satisfatório	
	km	%	km	%	km	%	km	%
Paraná	9.648	5,4%	2.711	1,5%	11.685	6,6%	153.133	86,4%
Atlântico Nordeste Oriental	17.376	24,9%	399	0,6%	47.307	67,7%	4.749	6,8%
Atlântico Leste	10.756	14,5%	883	1,2%	30.945	41,8%	31.468	42,5%
São Francisco	9.485	7,8%	583	0,5%	46.728	38,3%	65.127	53,4%
Atlântico Sudeste	3.030	6,3%	1.236	2,6%	3.527	7,4 %	39.988	83,7%
Parnaíba	2.011	3,2%	1.253	1,8%	7.379	11,8%	52.035	83,2%
Atlântico Sul	2.103	5,7%	370	1,0%	15.022	40,8%	19.293	52,4%
Atlântico Nordeste Ocidental	1.893	4,4%	936	2,2%	4.561	10,5%	35.853	82,9%
Uruguai	1.202	3,1%	691	1,8%	13.156	33,9%	23.776	61,2%
Tocantins-Araguaia	584	0,4%	830	0,5%	1.774	1,1%	161.431	98,1%
Paraguai	197	0,3%	910	1,5%	211	0,3%	59.284	97,8%
Amazônica	516	0,1%	112	0,0%	126	0,0%	736.924	99,9%

Fonte: ANA (2010)

2.5 Gestão dos Recursos Hídricos

O conhecimento sistemático e periódico sobre a situação da gestão dos recursos hídricos, em escala nacional, contribui para a avaliação da implementação da PNRH e sua articulação com as políticas estaduais. Adicionalmente, a utilização dessas informações sobre a situação da gestão desses recursos tem como objetivo principal fornecer subsídios para os gestores e os tomadores de decisão do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Singreh), permitindo, ainda, identificar se as ações de gestão estão direcionadas para as bacias onde são verificados os maiores conflitos pelo uso da água.

A evolução da situação da gestão dos recursos hídricos representa os avanços da implementação do Singreh pelos entes responsáveis. Essa análise torna-se estratégica no sentido de destacar a participação colaborativa dos atores principais do Sistema: Conselho Nacional de Recursos Hídricos e ANA, órgãos gestores estaduais, conselhos estaduais, comitês de bacia e agências de água visando à promoção da gestão integrada de recursos hídricos. A avaliação dos avanços na área de gestão permite estabelecer uma estratégia integrada e um diagnóstico de oportunidades futuras de ação conjunta, entre esses atores, para o fortalecimento do Singreh.

2.5.1 Estrutura do Singreh

O Singreh, instituído pela Lei nº 9.433/97, tem os seguintes objetivos: coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a PNRH; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos. É constituído pelos seguintes atores:

- **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**: órgão consultivo e deliberativo criado com a função de atuar na formulação da PNRH. A regulamentação e instalação estão no Decreto nº 2.612 de 6 de junho de 1998.
- **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU/MMA)**: integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, atua como secretaria-executiva do CNRH.
- **Agência Nacional de Águas (ANA)**: autarquia sob regime especial criada pela Lei nº 9.984/2000, cuja principal atribuição é a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.
- **Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CERHs)**.
- **Órgãos Gestores Estaduais**: outorgar e fiscalizar o uso dos recursos hídricos em rios de domínio dos estados.
- **Comitê de Bacia**: debate as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos.
- **Agência de Bacia**: escritório técnico do Comitê de Bacia que funciona como secretaria-executiva do respectivo comitê.


Ricardo Zig Koch Cavalcanti / Banco de Imagens ANA

A Figura 2.17 mostra as diversas alternativas de relacionamento entre os integrantes do Singreh, de acordo com a atuação.

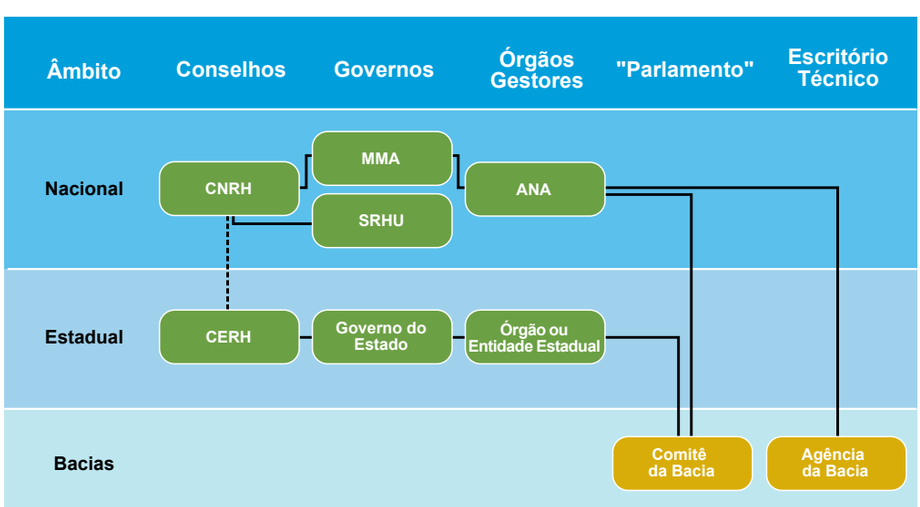


Figura 2.17
Matriz institucional do Singreh.
Fonte: ANA (2009)

Além da maneira exibida na ilustração, relativa à abrangência da atuação (nacional, estadual, por bacia), os integrantes do Singreh podem ser caracterizados de duas outras maneiras distintas: em relação ao domínio das águas: da União, dos estados e do Distrito Federal; e em relação às atribuições deliberativas (Conselhos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias) ou operacionais (Órgãos Gestores e Agências de Água).

2.5.2 Organismos de Bacia Hidrográfica (Comitês e Agências)

Os Comitês de Bacia têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, por meio da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, de negociação de conflitos e de promoção dos usos múltiplos da água na respectiva bacia hidrográfica.

Os comitês devem integrar as ações de todos os governos no âmbito dos municípios, dos estados ou da União, promover a conservação e recuperação dos corpos d'água e garantir a utilização racional e sustentável dos recursos hídricos.

O primeiro a ser instalado foi o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, em 1988. A partir de 1991, nota-se um salto no número de comitês criados como consequência da lei que criou o sistema de gerenciamento de recursos hídricos em São Paulo.

Entre 1991 e 1997, surgiram novos comitês no País, de forma mais discreta, começando a aumentar de forma mais acentuada nos anos seguintes, fruto do processo de estruturação legal e institucional das demais UFs nessa área. A partir de 2000, com a criação da ANA, o processo de criação de comitês passa a sofrer novo impulso, notadamente em bacias de rios interestaduais – salta de um para seis CBHs no período de 2000 a 2003 e atualmente são nove (Figura 2.18). Com respeito aos comitês de bacias estaduais (aqueles em rios de domínio dos estados) instalados, o número passou de 56, no ano de criação da ANA, para 164 em 2010.

A maioria dos comitês criados está localizada nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo (Figura 2.19), fato diretamente relacionado à existência de conflitos de disponibilidade de água, causados por restrições quantitativas e/ou qualitativas nessas regiões. A Figura 2.20 mostra o avanço espacial da criação de comitês de bacia.

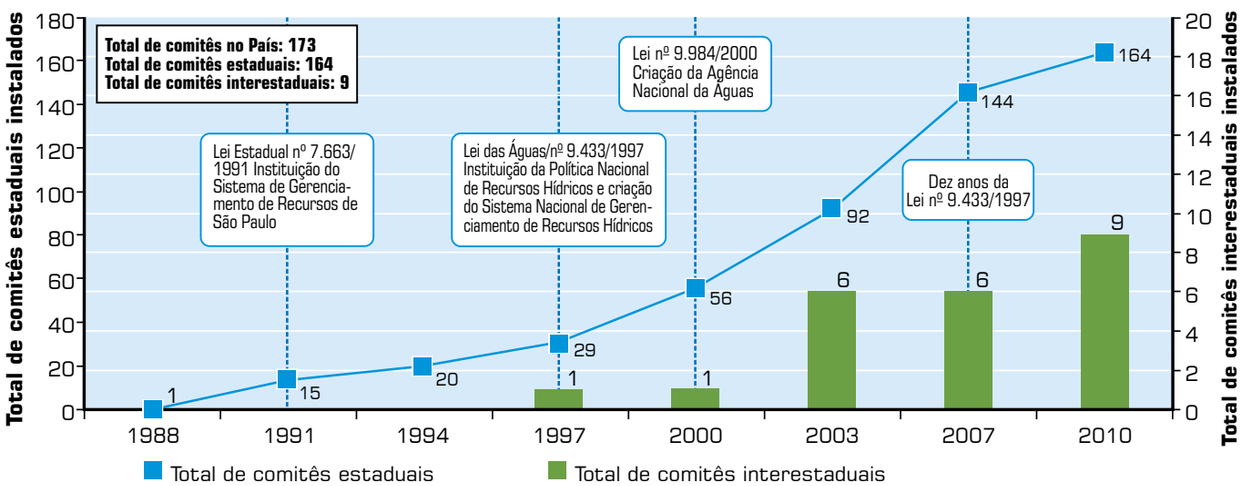


Figura 2.18 Evolução da instalação de comitês de bacia hidrográfica no Brasil (referência: dez./2010).
Fonte: ANA (2011)

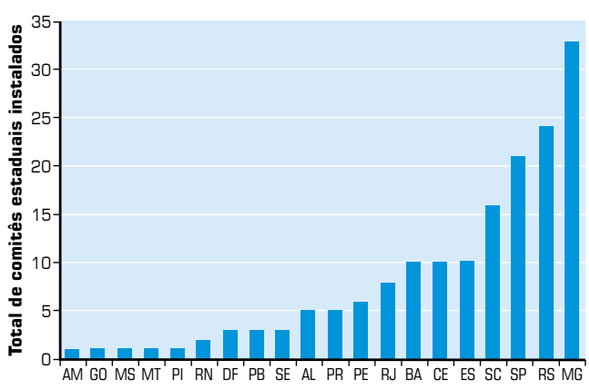


Figura 2.19 Distribuição de comitês de bacia hidrográfica instalados nos estados (referência: dez./2010).

Fonte: ANA (2011)



Miguel von Ber

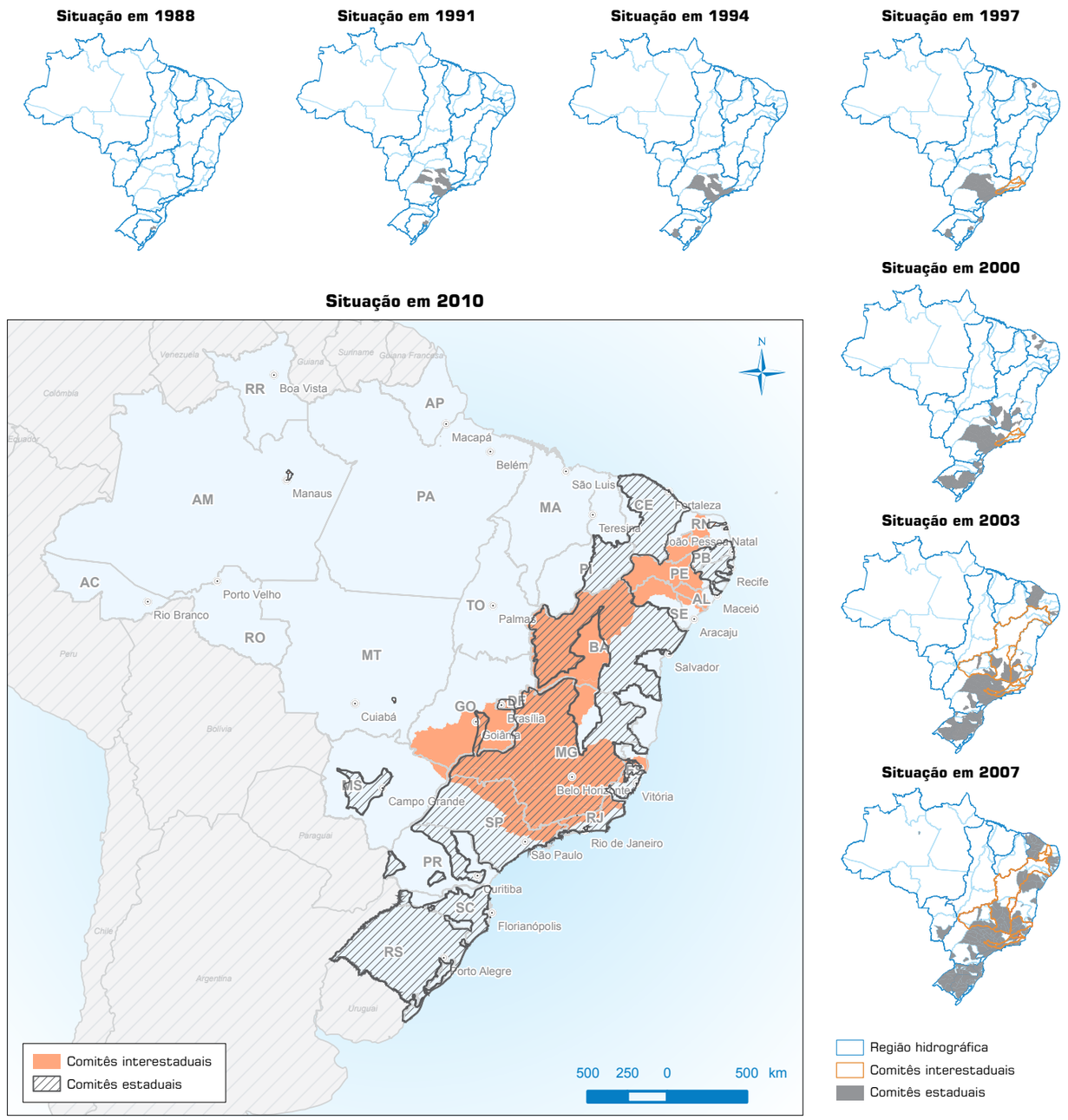


Figura 2.20 Evolução da instalação de comitês de bacia hidrográfica no Brasil (referência: dez./2010).
Fonte: ANA (2009); ANA (2011)

As Agências de Bacia, ou Agências de Água, são entidades técnicas executivas que devem atuar em apoio à secretaria-executiva dos comitês de bacia e aportar todos os subsídios técnicos à discussão sobre o planejamento e a gestão dos usos naquelas bacias hidrográficas. Essas atribuições estão previstas nos arts. 41 e 44 da Lei nº 9.433 de 1997.

Até dezembro de 2010, as agências de água ainda não foram regulamentadas pelo Governo federal. Uma solução alternativa que vem funcionando no País, regulamentada pela Lei nº 10.881/2004, foi a viabilização de as Agências de Água exercerem funções de "entidades delegatárias". Essas entidades devem ser enquadradas entre as previstas no art. 47 da Lei nº 9.433 de 1997, de organizações civis sem fins lucrativos e indicadas pelos comitês poderão ser qualificadas pelo CNRH para o exercício das atribuições legais.

Até dezembro de 2010, encontravam-se instaladas e cumprindo contrato de gestão com a ANA as seguintes entidades delegatárias: Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Agevap), no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul; e Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Consórcio PCJ), nos Comitês dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Existem ainda outras entidades exercendo papéis de agências nos estados de Santa Catarina (Agência de Água do Vale do Itajaí), São Paulo (Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e Fundação Agência da Bacia do Médio Tietê/Sorocaba) e Minas Gerais (Agência de Bacia do Rio Araguari, Agência Peixe Vivo – Bacia do Rio das Velhas, e Agência dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo).

Entretanto, algumas dessas "agências" não são reconhecidas pelos órgãos gestores dos estados onde estão instaladas e exercem papel diferente do preconizado para as Agências de Água. A Figura 2.21 mostra a área de atuação das entidades com funções de agência de água no Brasil.

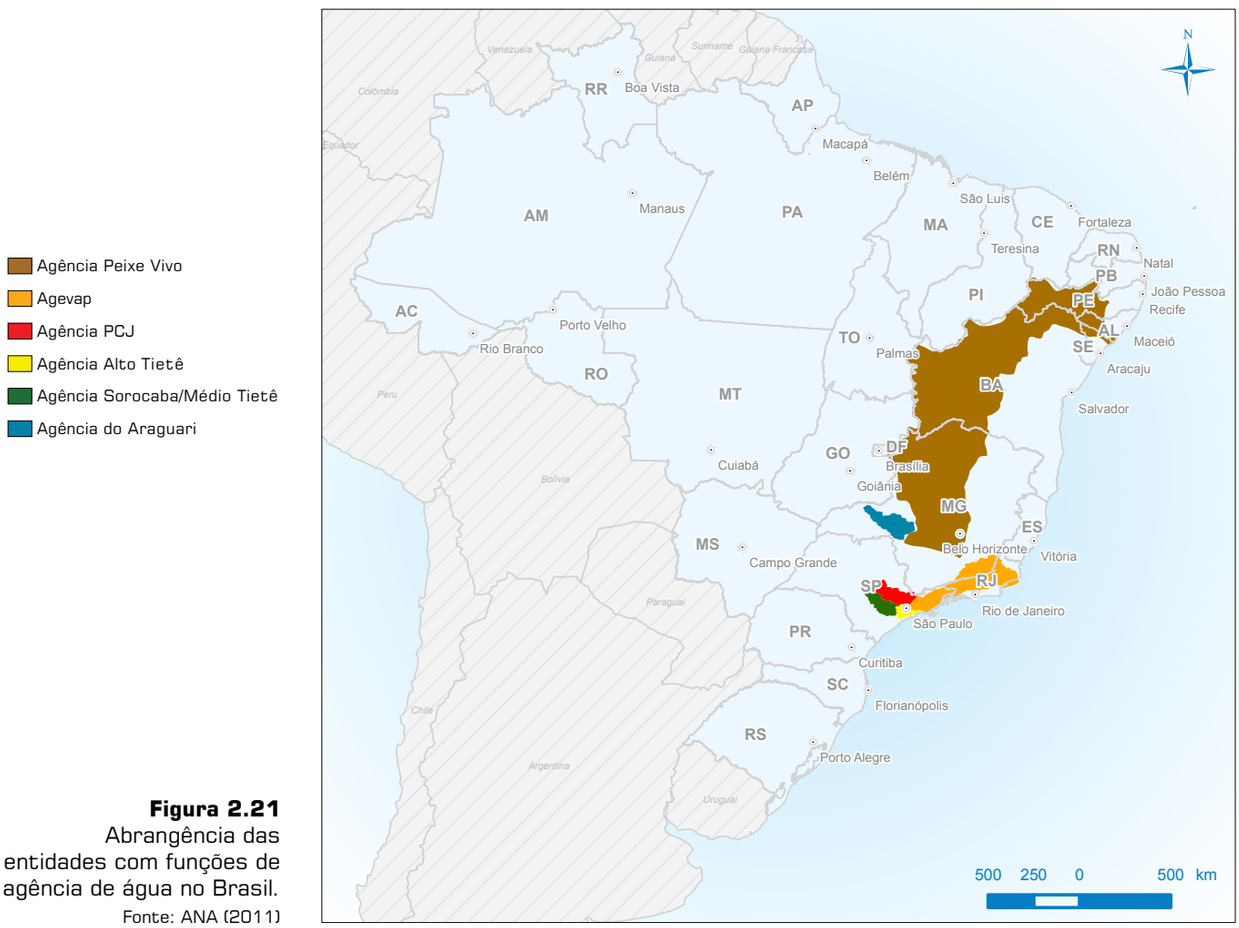


Figura 2.21
Abrangência das entidades com funções de agência de água no Brasil.
Fonte: ANA (2011)

2.6 Instrumentos da PNRH

A edição da Lei nº 9.433/1997, que institui a PNRH e cria o Singreh, e da Lei nº 9.984/2000, dispondo sobre a criação da ANA, trouxe uma nova ordem para o setor, capaz de inibir a continuação de processos de ação fragmentada no que se refere à utilização dos recursos hídricos, dando novos princípios de gestão. Foram instituídos, por essa mesma lei, os seguintes instrumentos de gestão dos recursos hídricos: plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos hídricos e outorga de direitos de uso, cobrança pelo uso de recursos hídricos e sistema de informações sobre recursos hídricos.

2.6.1 Planos de Recursos Hídricos

A crescente preocupação da sociedade brasileira com o desenvolvimento sustentável levou à priorização do processo de elaboração e de implementação de planos de recursos hídricos para dar suporte à gestão desses recursos nas principais bacias do País, assim como para o aperfeiçoamento das metodologias desse processo.

De forma geral, o plano de recursos hídricos consiste em um documento programático que define a agenda de recursos hídricos de uma região, identificando ações de gestão, planos, projetos, obras e investimentos prioritários dentro de um contexto que inclui os órgãos governamentais, a sociedade civil, os usuários e as diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos.

Trata-se, portanto, de instrumento que se constitui no mecanismo de articulação com outras esferas de planejamento e na base técnica para o processo decisório participativo em que se busca o estabelecimento de um pacto pelo uso da água.

Como objetivos específicos, destacam-se:

- Adequação do uso, controle e proteção dos recursos hídricos à vocação e às aspirações da região.
- Atendimento das demandas de água com foco no desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental).
- Equilíbrio entre oferta e demanda de água, de modo a assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade, qualidade e confiabilidade.
- Processo interativo de orientação do uso dos recursos hídricos, considerando variações do ciclo hidrológico e dos cenários de desenvolvimento.

Conforme definido na Lei nº 9.433/1997, os planos de recursos hídricos devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o País, conforme apresentado no Tabela 2.14.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), aprovado em 2006, previu ações emergenciais de curto, médio e longo

Tabela 2.14 Tipos de planos de recursos hídricos.

	Plano	Conteúdo	Aprovação
	Nacional	Metas, diretrizes e programas gerais	CNRH
	Estadual	Plano estratégico do sistema estadual	Conselho Estadual
Bacias	Domínio da União	Agenda de recursos hídricos da Bacia	Comitês de Bacias
	Domínio Estadual		

prazo para os horizontes temporais de 2007, 2011, 2015 e 2020, respectivamente.

Nos estados, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH) são importantes instrumentos para a gestão dos sistemas de recursos hídricos e gradualmente vão ganhando relevo. No PERH deve ser construída e comunicada a visão do estado, a situação em que se encontram seus recursos hídricos, a visão de futuro quanto a esses recursos, expressa em metas e estratégias que serão perseguidas para concretizá-las.

A situação dos planos estaduais de recursos hídricos encontra-se representada na Figura 2.22.

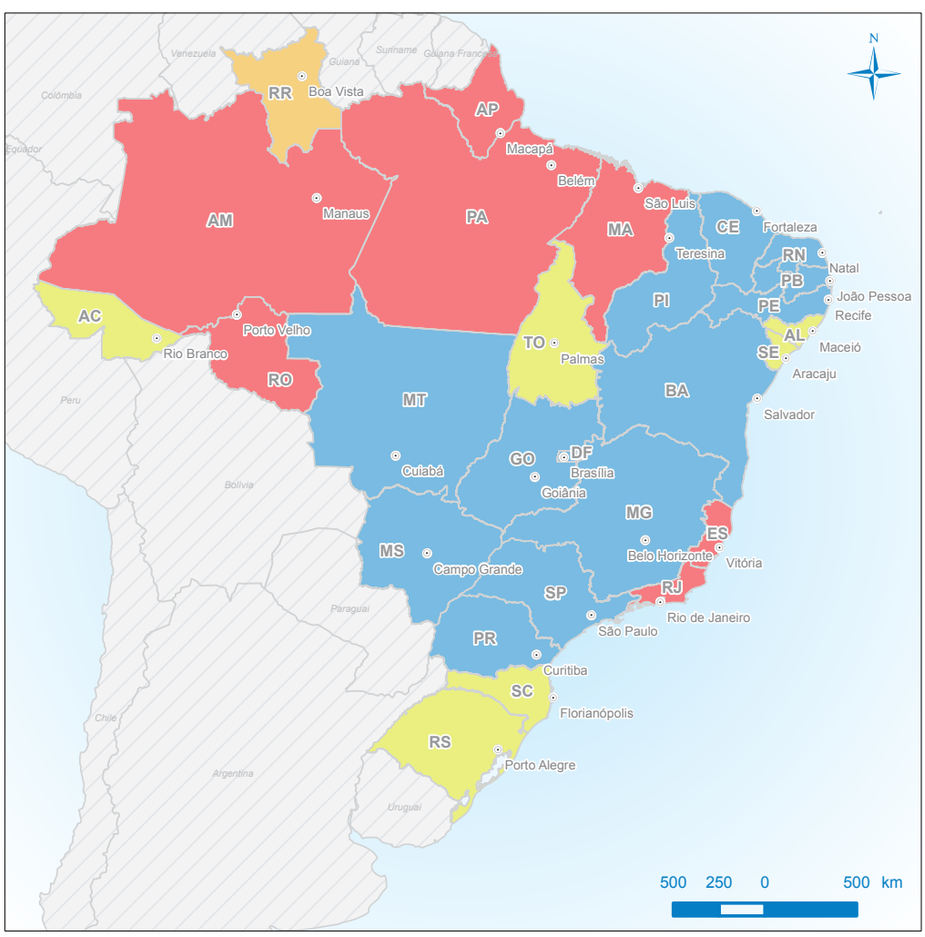


Figura 2.22
Situação dos PERH (referência: dez./2010).
Fonte: ANA (2011)

Existem, basicamente, três momentos relevantes para o planejamento de recursos hídricos:

1º) Caracterização da realidade existente – a bacia que temos, vista inicialmente de forma global e, em seguida, em suas especificidades. Essa realidade será examinada segundo dois componentes: o meio físico e os fatores ligados à ação antrópica e às demandas por recursos hídricos. Esses componentes balizam o diagnóstico integrado da bacia.

2º) Estabelecimento da visão de futuro para a bacia – isto é, a bacia que queremos, acompanhada da evolução do diagnóstico formulado, segundo diferentes hipóteses, dando origem a diferentes cenários (um deles, necessariamente, correspondente ao cenário tendencial, elaborado com a premissa da permanência das condições socioeconômicas descritas para a realidade). O plano deve incorporar essa visão de futuro nos seus objetivos e traduzi-los quantitativamente para o horizonte de planejamento considerado, com o estabelecimento de metas. A visão de futuro (realidade desejada) comparada com a realidade existente e suas tendências de evolução no cenário julgado mais realista dá origem ao próximo momento do plano.

3º) Visão realística da bacia – ou seja, a bacia que podemos, determinando as intervenções para implantar a realidade desejada nesses termos. Elas deverão ser apresentadas e detalhadas no plano, estruturadas como políticas, diretrizes, programas e ações.

No caso das bacias interestaduais, há planos nas bacias indicadas na Figura 2.23.

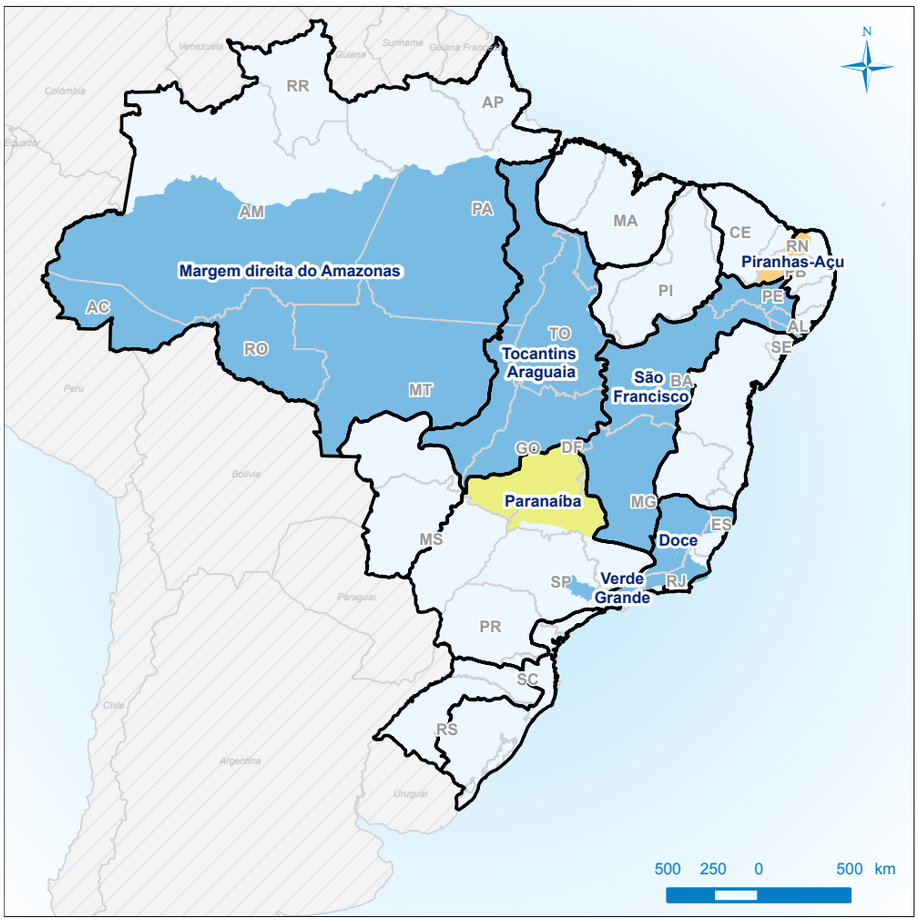


Figura 2.23
Situação dos planos de bacias interestaduais (referência: dez./2010).
Fonte: ANA (2011)

2.6.2 Enquadramento dos Corpos D'água

Nos termos do art. 9º da Lei nº 9.433, de 1997, esse enquadramento busca assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e a diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Mais que uma simples classificação, o enquadramento dos corpos d'água deve ser visto como instrumento de planejamento, pois deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela comunidade.

A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta suas prioridades de uso. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrerão dentro do Singreh.

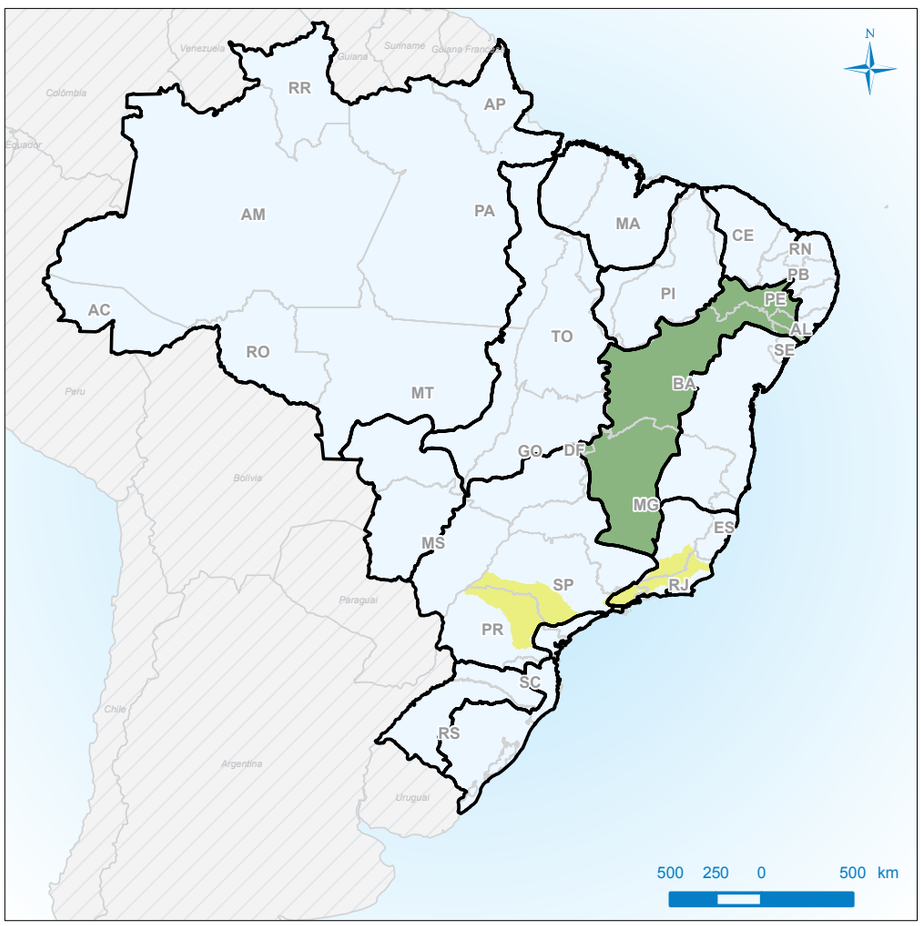
O enquadramento é referência para os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga, cobrança, planos de bacia) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento, monitoramento), sendo, portanto, importante elo entre o Singreh e o Sisnama.

As principais regulamentações para o enquadramento são as resoluções do Conama e do CNRH. A Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, define o sistema de classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento. A Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008, estabelece o enquadramento das águas subterrâneas. A Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008, trata dos procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos.



Ricardo Zig Koch Cavalcanti / Banco de Imagens ANA

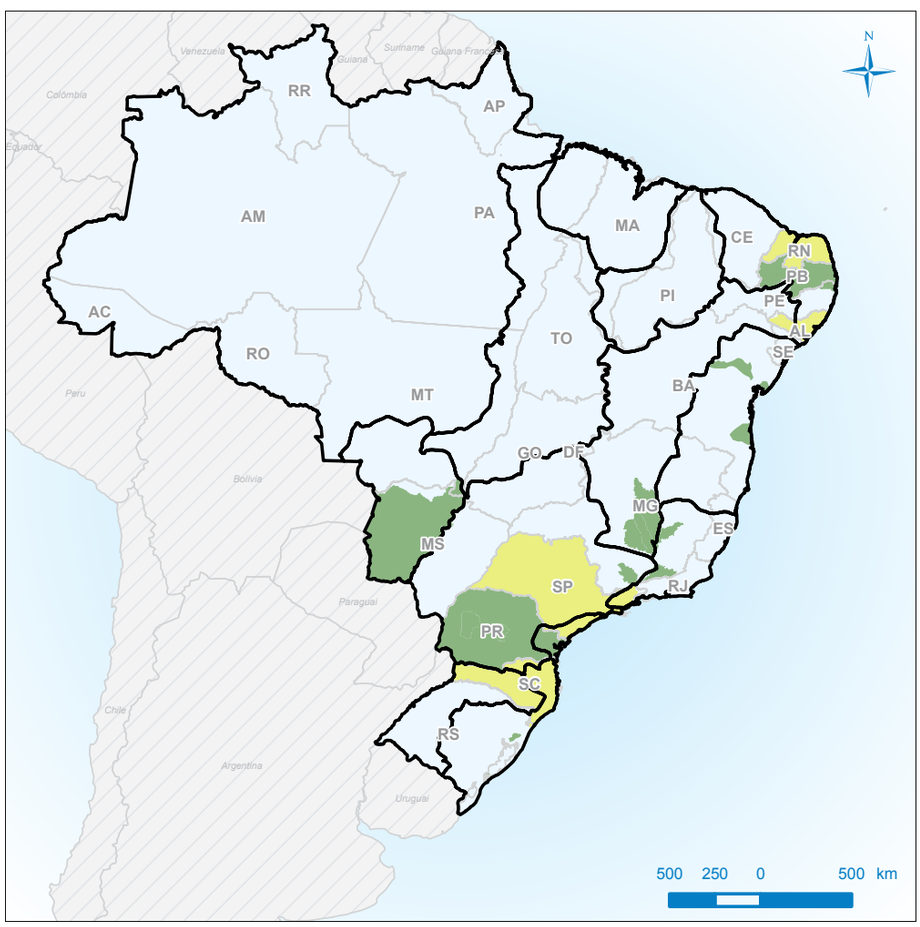
As Figuras 2.24 e 2.25 apresentam a situação atual do enquadramento dos corpos d'água de domínio da União e dos estados. A implementação do enquadramento apresenta uma situação bastante diversa entre as Unidades da Federação. Atualmente, apenas 11 das 27 Unidades da Federação (Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo) possuem instrumentos legais que fazem o enquadramento total ou parcial.



Legislação

- Resolução do Conama nº 20/86
- Portaria Min. Interior nº 13/76

Figura 2.24
Bacias que possuem os corpos d'água federais enquadrados e a legislação utilizada.
Fonte: ANA (2009)



Legislação

- Resolução do Conama nº 20/86
- Portaria Min. Interior nº 13/76

Figura 2.25
Bacias que possuem os corpos d'água estaduais enquadrados e a legislação utilizada.
Fonte: ANA (2009)

2.6.3 Outorga de Uso da Água

Outorga é o instrumento da PNRH com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso da água e o efetivo exercício dos direitos ao seu acesso. A norma assegura que essa outorga deve preservar o uso múltiplo dos recursos hídricos e assegura os seguintes usos:

- Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo d'água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo.
- Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.
- Lançamento em corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de diluição, transporte ou disposição final.
- Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo d'água.

A efetivação das outorgas deve ocorrer por meio de ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos estados ou do DF, em função da dominialidade das águas. Quanto às águas de domínio da União, a competência para a emissão das outorgas pode ser delegada aos Estados e ao Distrito Federal. A ANA tem a responsabilidade de outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União, além de supervisionar, controlar e avaliar as ações decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos.

O levantamento consiste na compilação das informações fornecidas pelas UFs que emitem outorgas e das outorgas emitidas pela própria ANA. Os dados são padronizados e classificados de acordo com a fonte de uso (águas subterrâneas ou águas superficiais), finalidade de uso, vazão outorgada, município e dominialidade do corpo d'água outorgado. A Figura 2.26 apresenta a evolução histórica do número de outorgas emitidas e da vazão outorgada quanto à fonte de uso, desde 2004, e a Tabela 2.15 o quantitativo de outorgas emitidas em 2010 nas diferentes finalidades de uso para cada UF.

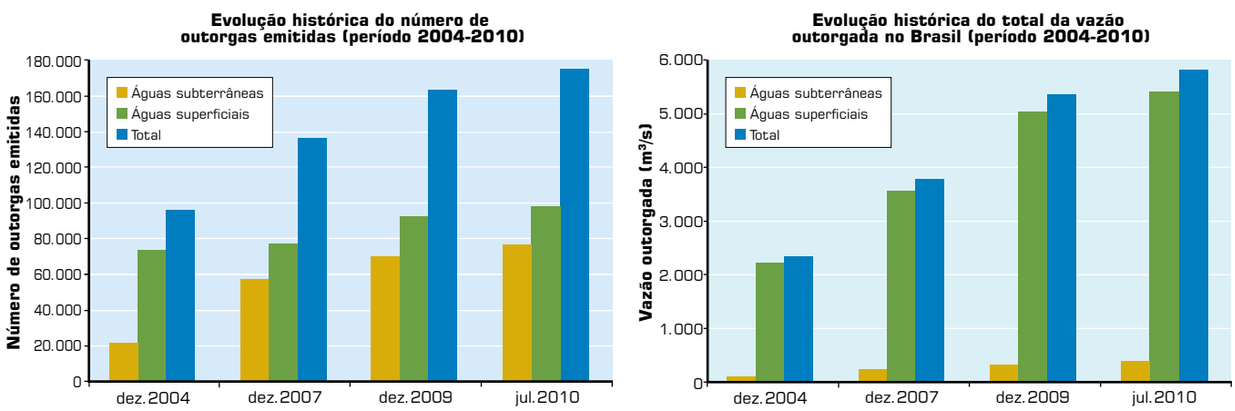


Figura 2.26 Evolução do quadro geral de outorgas emitidas no País.
Fonte: ANA (2011)



Ricardo Zig Koch Cavalcanti / Banco de Imagens ANA

Infere-se, a partir dos dados apresentados pelas entidades responsáveis, que a regularização dos usos de recursos hídricos, a partir da emissão de outorgas de direito de uso, consolidam-se em todo o território nacional. Destacam-se, em termos de vazão outorgada, as outorgas emitidas para fins de abastecimento público e de irrigação, que, juntas, representam 76% da vazão outorgada pelos estados e pela ANA entre dezembro de 2009 e julho de 2010.

Em termos de vazão outorgada, nota-se que, nas regiões Atlântico Sul, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai, o uso predominante é a irrigação. Por sua vez, nas RHs Atlântico Leste, Atlântico Sudeste e Paraná é o abastecimento público. Quando a distribuição do número de outorgas é analisada, nota-se que o abastecimento público caracteriza-se como a principal finalidade de uso, especialmente nas regiões hidrográficas Amazônica, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraná, Parnaíba e Uruguai.

2.6.4 Cobrança

Em âmbito federal, há dois tipos de mecanismos de cobrança pelo uso da água: um referente à produção de eletricidade e outro relativo aos demais setores usuários, tendo esses mecanismos formas diferenciadas de implementação. A cobrança pelo uso da água é um instrumento de gestão de recursos hídricos que tem como objetivo estimular o uso

Tabela 2.15 Vazão outorgada entre dez. 2009 e jul. 2010, por dominialidade e finalidade principal.

UF	Vazão outorgada entre dez. 2009 e jul. 2010 (m³/s)					Vazão outorgada acumulada até jul. 2010 (m³/s)
	Abastecimento público	Consumo industrial	Irrigação	Outros	Total	
ANA	2,20	5,38	32,35	8,00	47,93	1.130,93
AL	37,96	0,98	3,46	3,43	45,83	81,31
BA	0,95	0,48	6,45	0,59	8,47	825,55
CE	0,26	0,14	1,69	0,94	3,03	111,27
DF	3,61	0,04	0,83	1,22	5,7	21,73
ES	0,32	0,01	1,67	0,82	2,82	49,36
GO	0,41	1,14	15,13	2,92	19,6	235,96
MA	0,04	16,04	1,61	2,02	19,71	62,04
MG	5,34	2,50	16,94	1,86	26,64	478,55
MT	-	1,09	4,05	1,04	6,18	18,29
PB	0,24	1,52	6,66	4,22	12,64	45,87
PE	2,41	4,25	1,89	1,82	10,37	47,38
PI	0,07	-	0,04	1,08	1,19	6,59
PR	0,27	1,28	1,97	2,92	6,44	111,44
RJ	1,51	0,30	-	0,17	1,98	139,43
RN	2,93	1,46	9,56	0,33	14,28	110,37
RO	12,98	2,86	0,05	13,86	29,75	38,71
RR	0,03	0,56	8,45	1,13	10,17	39,99
RS[1]	-	-	-	-	-	537,00
SC	0,17	-	-	-	0,17	119,59
SE	0,01	0,01	-	0,03	0,05	8,07
SP	117,98	2,16	12,90	17,74	150,78	1.446,01
TO	0,05	0,07	26,79	0,47	27,38	159,10
Total	**189,74**	**42,27**	**152,49**	**66,61**	**451,11**	**5.825,11**

Fonte: ANA (2011)

[1] Dados não disponíveis para o período de dez. 2009 a jul. 2010.

racional da água e gerar recursos financeiros para a preservação e recuperação das bacias.

A cobrança pelo uso da água foi instituída pela PNRH e pode ser considerada como um indicador do estágio de implementação dessa política, na medida que sua implantação em uma bacia hidrográfica decorre da concretização de outros instrumentos por ela instituídos. A cobrança não pode ser confundida com um imposto, pois trata-se de um preço público fixado a partir de um pacto entre os usuários de água, sociedade civil e Poder Público no comitê da bacia, com o apoio técnico da ANA.

Atualmente, encontra-se implantada a cobrança nos rios de domínio da União nas bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e, desde 1º de julho de 2010, na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Além disso, ao longo de 2010, os comitês com área de atuação na Bacia Hidrográfica do Rio Doce deram continuidade ao processo de implementação do instrumento naquela bacia.

Em 2009, a cobrança pelo uso da água nos estados já havia sido implementada em todas as bacias do Estado do Rio de Janeiro e em rios estaduais das bacias PCJ e Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo. Em 2010, a cobrança teve início na porção mineira das bacias PCJ (bacias PJ), na Bacia do Rio das Velhas e na Bacia do Rio Araguari, no Estado de Minas Gerais, assim como nas bacias do Rio Sorocaba e Médio Tietê no Estado de São Paulo.

Referências

ANA (Agência Nacional de Águas). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA/SPR, 2007. 123 p. (Cadernos de Recursos Hídricos, 2)

_____. **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – 2009**. Brasília: ANA/SPR, 2009. 204 p.

_____. **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Informe 2010**. Brasília: ANA/SPR, 2010. 76 p.

_____. **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Informe 2011**. Brasília: ANA/SPR, 2011. 112 p.

AURIOL, M.; FILALI-MEKNASSI, Y.; TYAGI, R. D.; ADAMS, C. D.; SURAMPALLI, R. Y. Endocrine disrupting compounds removal from wastewater, a new challenge. **Process Biochem**., v. 41, 2006, p. 525-539.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 2006.

_____. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2006**. Brasília, 2007.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Rio de Janeiro, 2009.

MURTHA, N. A.; FORMIGA, K. T. M.; GONDIM FILHO, J. G. C.; SILVA, M. A. **Aplicação de indicadores hídricos georeferenciados para delimitação de áreas de elevado risco hídrico no semi-árido brasileiro**. In: SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA, 4., 2004, João Pessoa/PB.

UMBUZEIRO, G. A.; SILVÉRIO, P. F. Subsídios para a legislação nacional de água para consumo humano: subsídios para o padrão químico. **Revista ABES**, v. 1, p. 20-43, 2010.



Jailton Dias



Terra

CAPÍTULO 3

Equipe Técnica

Coordenação
Celso Vainer Manzatto – Embrapa

Redação
Alberto Carlos de Campos Bernardi – Embrapa
Allan Milhomens – MMA
Ana Paula Dias Turetta – Embrapa
Bruno Siqueira Abe Saber Miguel – MMA
Celso Vainer Manzatto – Embrapa
Cristiane de Oliveira – Ibama
Daniel Trento do Nascimento – MMA
Edgar Shinzatto – CPRM
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo – Embrapa
Eloisa Domingues – IBGE
Elvison Ramos – MAPA
Fabio de Almeida Abreu – MMA
Fernanda Cunha Pirillo Inojosa – Ibama
Francisco Campelo – MMA
Iêda de Carvalho Mendes – Embrapa
Jaciara Rezende – Ibama
Jorge Mesquita Huet Machado – Fiocruz
José Carlos Polidoro – Embrapa
José Roberto Victor de Oliveira – Ibama
Juliana Carvalho Rodrigues – MSaúde
Juliana Wotzasek Rulli Villardi – MSaúde
Lúcia Maria Alcântara de Medeiros - Ibama
Magda Aparecida de Lima – Embrapa
Marco Antonio Ferreira Gomes – Embrapa
Maria Conceição Peres Young – Embrapa
Maria Tereza Barros Viana – Ibama
Marisa Zerbetto – Ibama
Mitiko Yanaga Une – IBGE
Moisés Savian – MMA
Paulo Guilherme Francisco Cabral – MMA
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff – CPRM
Pedro Luiz de Freitas – Embrapa
Priscila Lopes Soares da Costa Taveira – MMA
Rachel Bardy Prado – Embrapa
Regina Celia Gimenez Armesto – CPRM
Roberta Graf – Ibama
Robson Rolland Monticelli Barizon – Embrapa
Vinicius de Melo Benites – Embrapa
Wagner Lopes Soares – Fiocruz

Conteúdo

Uso e Ocupação das Terras

Dinâmica Espacial Recente no Uso e Ocupação das Terras

Degradação e Erosão dos Solos

A Evolução do Combate à Erosão

A Desertificação e a Arenização no Brasil

As Emissões de Gases de Efeito Estufa Associadas ao Uso dos Solos Agrícolas

O Uso de Agrotóxicos no Brasil

Exposição Humana a Solos Contaminados por Substâncias Químicas

Gestão Ambiental Territorial e a Emergência do Planejamento Ambiental Territorial

A Importância do Zoneamento Ecológico-Econômico

Políticas Públicas para o Desenvolvimento Rural Sustentável

3 Terra

O uso da terra é uma expressão das relações socioeconômicas que indica a apropriação da natureza pela sociedade. O conhecimento das formas de uso e ocupação, bem como seu histórico, é importante para a compreensão da organização do espaço territorial e, por conseguinte, para sua gestão. O grande desafio está em conciliar o desenvolvimento e o crescimento econômico e social com a utilização racional e sustentável dos recursos naturais, nas áreas de ocupação urbana ou rural.

Nesse processo, a degradação e a erosão dos solos são os impactos diretos mais relevantes que, associados a outros impactos ambientais, oriundos da ocupação da terra, afetam, consideravelmente, a qualidade de vida das populações. Ademais, a intervenção humana na estrutura das paisagens, modificando, fragmentando ou destruindo os ecossistemas, atinge, de forma direta, a qualidade dos serviços ambientais prestados pela natureza.

Nesse sentido, este Capítulo traz um panorama da ocupação e do uso das terras, identificando as principais pressões e impactos sofridos por esse recurso natural diante dos diferentes usos observados no território brasileiro, bem como apresenta as principais políticas públicas que têm sido implementadas.

3.1 Uso e Ocupação das Terras

O termo uso da terra envolve as atividades agrícolas, pecuárias, de extração vegetal, mineração e atividades relacionadas com a utilização das águas, compreendendo a produção de alimentos, fibras e energia.

Ao longo da história, a ocupação do território sempre se caracterizou pelo vínculo às estratégias geopolíticas e geoeconômicas e pelo apoio das ações de intervenção do Estado. No que se refere ao setor rural, até a década de 1950, a produção agrícola no Brasil baseava-se essencialmente no aumento da área cultivada, apoiada no binômio área/produção. Na década seguinte, acentua-se o movimento de (re)elaboração da base técnica, bem como as transformações nas relações de trabalho, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, expandido para as demais regiões nos anos de 1970, período da introdução da política de "modernização da agricultura brasileira", cujo objetivo era focado no aumento da produtividade e na produção em larga escala de *commodities* de valor comercial.

Inicialmente, o uso de máquinas, adubos e agrotóxicos foi uma alternativa a métodos tradicionais de produção da época, não mais pela incorporação de novas terras, mas pelo aumento da produtividade. Posteriormente, foram introduzidas informações e conhecimento ao uso de tecnologias no campo, o que possibilitou maior valor agregado à produção. Atualmente, utiliza-se a monitoração por satélite nos cultivos e a internet permite o acompanhamento dos preços de mercado nas bolsas de valores. É o processo de consolidação do complexo agroindustrial dos anos de 1970.



Márcio Hamilton Protzner de Oliveira

A política de incentivo agrícola, denominada "revolução verde", última fase da modernização da agricultura, introduziu pacotes tecnológicos de coeficientes técnicos específicos para cada tipo de lavoura e para cada tipo de produtor.

É a partir dessas mudanças definidas por políticas setoriais que se inicia a transformação da base técnica da produção brasileira, permitindo, assim, o surgimento dos "complexos agroindustriais que representam a integração técnica entre a indústria que produz para a agricultura e para a agroindústria" (AGRA e SANTOS, 2011).

Para alcançar esses objetivos, foi necessário reorganizar a forma de produzir e modificar os conceitos dos produtores

quanto à forma de produção, com a introdução de tecnologias que não apenas apoiassem o novo sistema, mas que fossem capazes de aumentar, significativamente, a produtividade de acordo com o aumento do volume de crédito fornecido. Para Agra e Santos (2011), o Estado foi o principal agente desse processo ao utilizar como instrumento o sistema nacional de crédito rural, para fornecer subsídios aos agricultores que, em conjunto com a maxidesvalorização cambial, assumiram os custos e os riscos da produção. Paralelo a esse processo, grande parte dos pequenos produtores não tinha acesso ao crédito por não poder comprovar renda nem titulação da terra. Dessa forma, a política de crédito gerou o que Cordeiro et al.(1996 apud AGRA e SANTOS, 2011) denominam de "modelo agrícola bimodal", em que convivem sistemas produtivos intensivos e extensivos, modernos e tradicionais, de ricos e de pobres.

Essas condicionantes privilegiaram o crédito para produtores que se localizavam especialmente nas regiões Sul e Sudeste do País. Já as regiões Centro-Oeste e Norte se incorporaram a esse processo por terem à disposição terras onde a agricultura poderia expandir. Por conseguinte, houve um grande afluxo para a aquisição de terras, com o intuito de aumentar a produção. Esse perfil da ocupação agrícola, de certa forma, permanece, pois atualmente a maior parte da Região Nordeste continua à margem dessa modernização, embora com novos contornos em que convivem sistemas de produção intensivos e extensivos, muitas vezes lado a lado.

3.1.1 Dinâmica Espacial Recente no Uso e Ocupação das Terras

As tipologias de uso da terra desempenham importante papel nas características e no funcionamento dos ambientes. Uma atividade de uso agrícola pode ser desenvolvida sob diferentes sistemas de cultivo, utilizando diferentes equipamentos, insumos, formas de manejo, enfim, formando um conjunto que, quando relacionado com o meio (natural ou social), pode contribuir para proteger ou degradar determinados elementos desse meio. Nas coberturas vegetais, por exemplo, os cultivos com cobertura mais ampla protegem os solos do impacto das chuvas. Inversamente, quando uma lavoura apresenta distâncias significativas entre leiras, tornam-se facilitadoras do escoamento da água, formando canais que podem propiciar o início de uma erosão laminar. Dessa forma, tendo em vista a vulnerabilidade dos meios em relação às atividades, é fundamental conhecer cada elemento para a análise, de forma integrada, dos graus de impacto passíveis de ocorrerem.

O Mapa da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (IBGE, 2010a), representado na Figura 3.1, baseado em informações dos estabelecimentos agropecuários levantados pelo Censo Agropecuário do IBGE (IBGE, 2006a), por setor censitário, indica os diversos usos da terra em diferentes condições ecológicas que se reportam a inúmeros sistemas geoambientais que, por sua vez, respondem pela diversidade ecológica do País. O mapa apresenta um retrato simplificado dos arranjos espaciais e permite destacar padrões de utilização associados em razão da escala original.

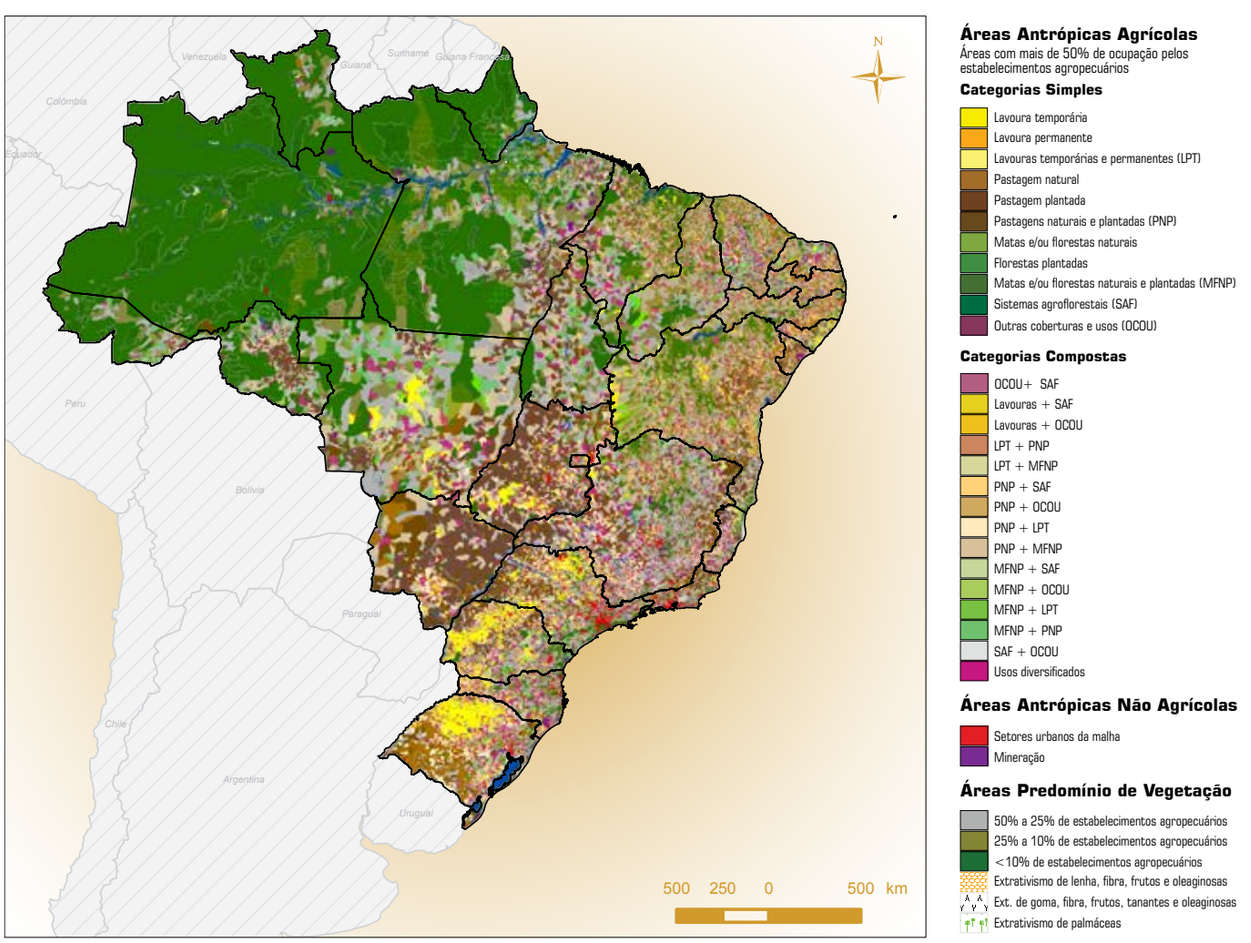


Figura 3.1 Mapa de cobertura e uso da terra.
Fonte: Adaptado de IBGE (2010a)

Embora a pecuária bovina esteja disseminada por todo o País (Figura 3.2), assim como a lavoura do pequeno produtor, suas maiores expressões podem ser regionalizadas da seguinte forma: ocupa quase todo o Estado do Mato Grosso do Sul e de Goiás; em Mato Grosso concentra-se grande parte no sul do Estado; no Triângulo Mineiro e nos pantanais representa ocupação já tradicional, assim como no Pampa gaúcho; na Bahia, a ocupação destaca-se na depressão dos rios Paraguaçu e Itapecuru, na região do Médio Rio São Francisco, mais especificamente na Depressão de Guanambi e na região de Itapetininga/Vitória da Conquista, de onde se estende por terras de Minas Gerais, na região das vertentes dos rios Jequitinhonha e Pardo, acompanhando os limites entre Minas e o Espírito Santo; em Sergipe, a pecuária está disseminada em quase todo o Estado; ocorrem concentrações no centro e no oeste de São Paulo, no noroeste do Paraná, na região da Campanha gaúcha, na área de influência da BR-364 em Rondônia e no Acre, além de sua expansão pelo Pará e Tocantins, no eixo das rodovias BR-158 e PA-150.

A pecuária bovina apresentou grande expansão econômica e espacial, em razão das características de eficiência e modernidade e, principalmente, pela competitividade conferida pelo desenvolvimento tecnológico do setor.

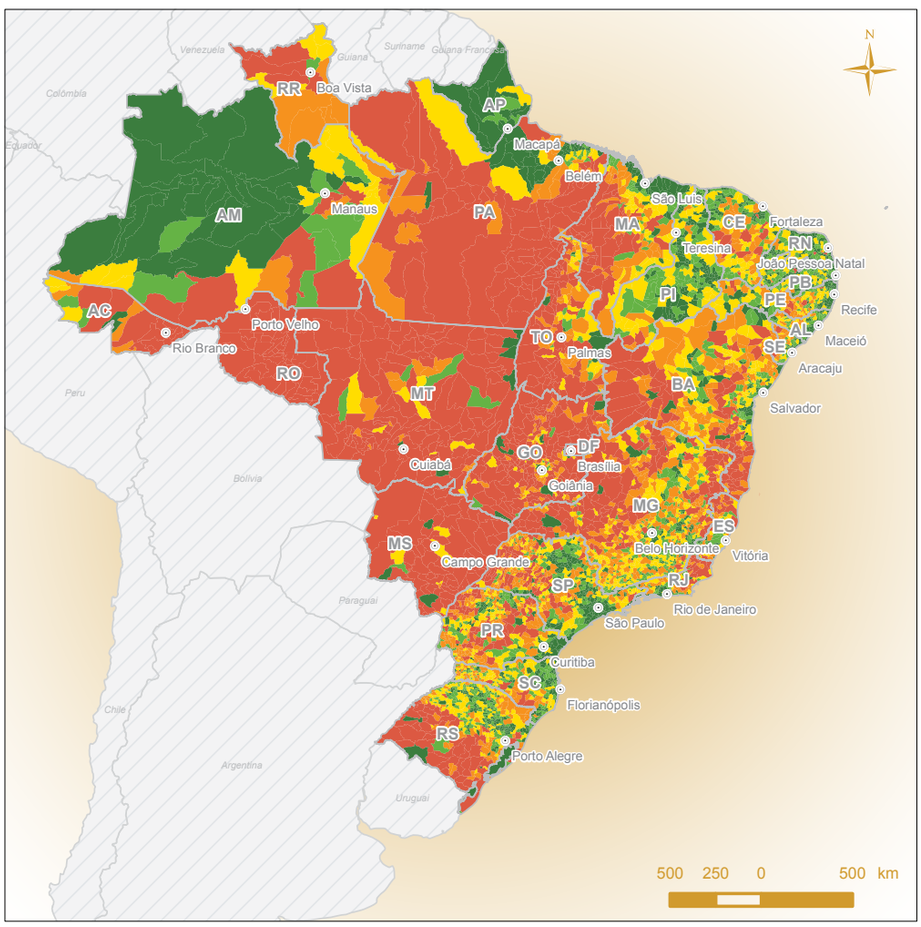


Figura 3.2
Classes do efetivo da pecuária bovina nos estados.
Fonte: IBGE (2006a)



Marilda Poubel

A Região Nordeste responde por cerca de 90% do efetivo de caprinos (Figura 3.3). Nos últimos anos, o setor tem se beneficiado pelo cenário do agronegócio em razão do aumento do consumo interno e das demandas de exportação de carne e pele, além de novas oportunidades que a atividade oferece. A atividade, de modo geral, apresenta baixo padrão tecnológico no seu processo produtivo. Como resposta a uma baixa qualidade da produção, o atendimento ao mercado acaba por utilizar animais de descarte, ou seja, desqualificados para as exigências dos consumidores. Da mesma forma, não há regularidade no atendimento e nos preços, o que, por sua vez, provoca desequilíbrios constantes na oferta e na demanda.

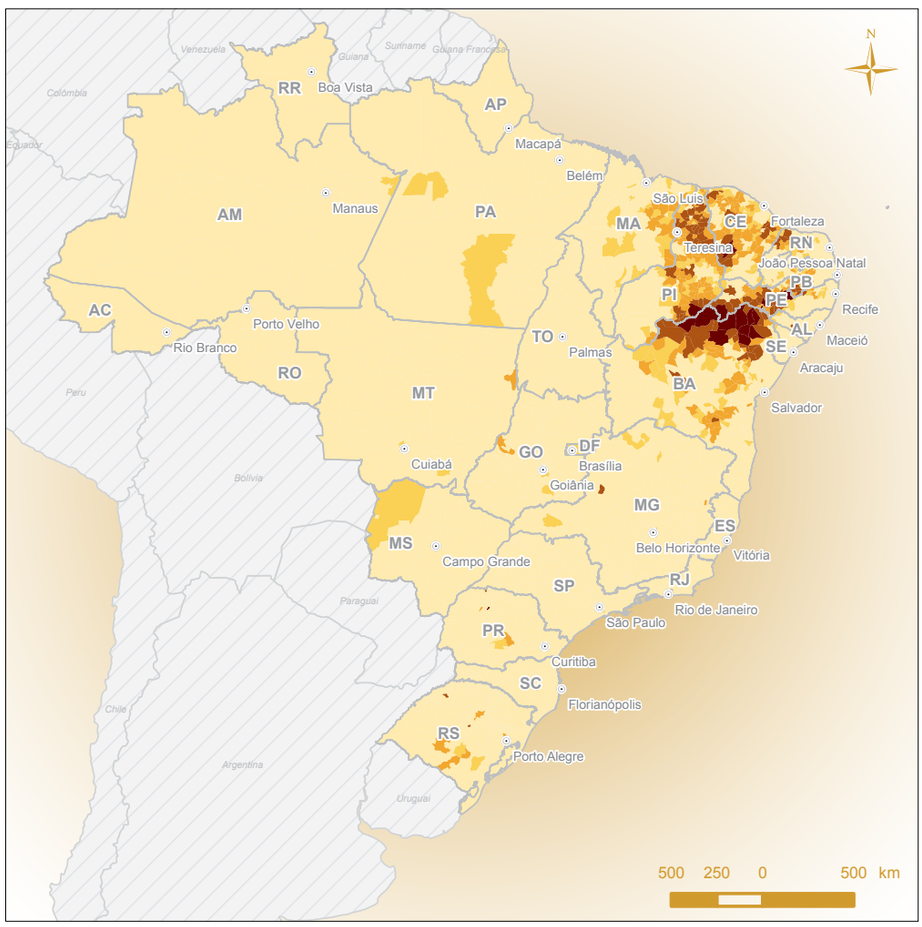


Figura 3.3
Classes do efetivo da pecuária caprina nos estados.
Fonte: IBGE, (2006a)



Jailton Dias

O Brasil é o 8º maior criador de caprinos e ovinos do mundo, no entanto, ainda importa grande parte da carne de cordeiro consumida no País. Praticamente 50% dos ovinos estão concentrados na Região Nordeste, mas o Rio Grande do Sul também apresenta efetivo bastante significativo e São Paulo vem se destacando no crescimento desse efetivo (Figura 3.4).

No que se refere às áreas de lavouras temporárias, nos últimos anos, observa-se uma intensificação da tendência à especialização espacial pelas lavouras do agronegócio. Conforme demonstram algumas pranchas do Atlas Nacional do Brasil Milton Santos (IBGE, 2010b), entre 1996 e 2006, período dos dois últimos censos agropecuários, a produção de lavouras temporárias como o milho, soja e algodão, cultivadas em larga escala, expande-se e intensifica-se em alguns estados, como no Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Maranhão e Piauí. É interessante observar que a expansão, altamente tecnificada, dessas lavouras apresenta relação bastante forte com os tipos de relevo onde se instalam. Por sua vez, ocupam, via de regra, terrenos planos ou suavemente ondulados em áreas pouco dissecadas e rampeadas, ou chapadões, onde a declividade é fator decisivo para o uso de maquinaria pesada. Da declividade dos terrenos também depende o tipo de equipamento a ser utilizado. Máquinas de grande porte como as colhei-

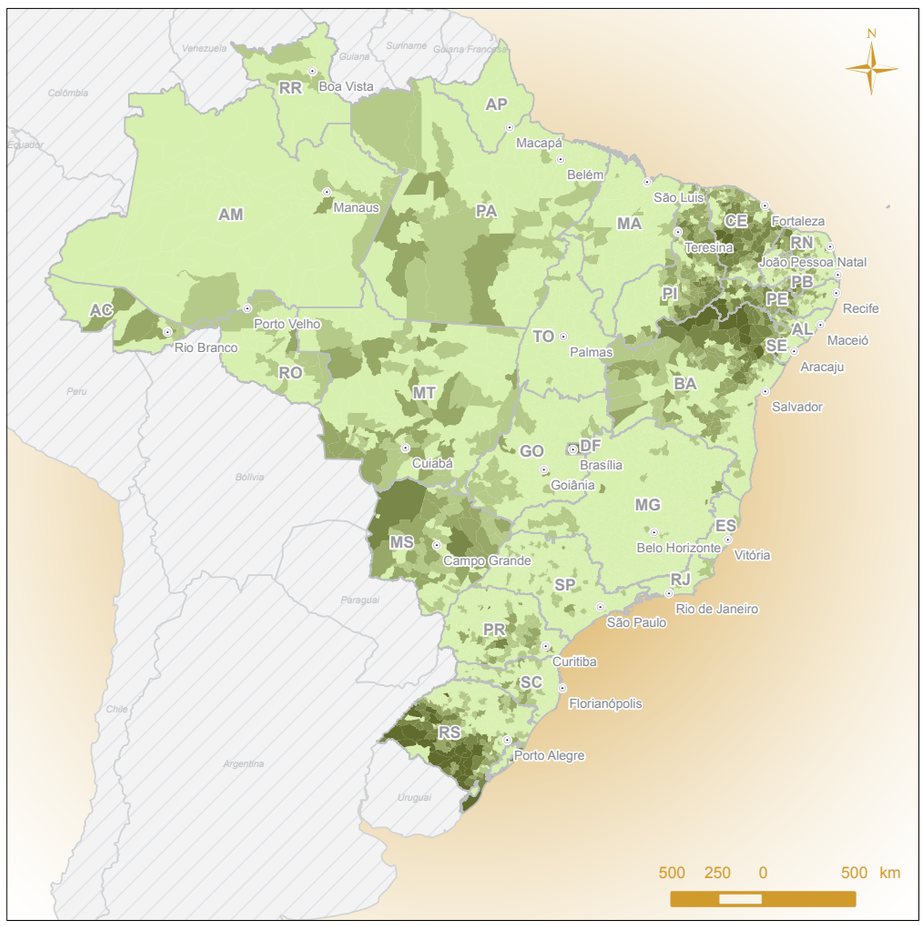


Figura 3.4
Efetivo da pecuária ovina.
Fonte: IBGE (2006a)

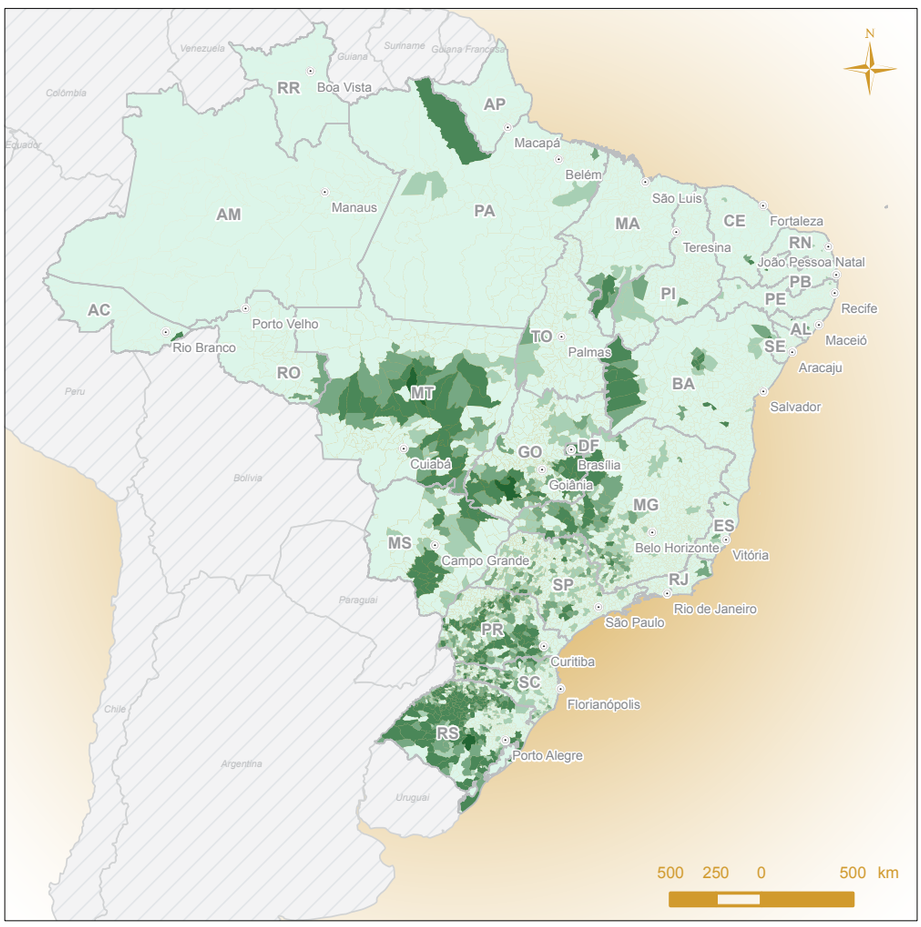
tadeiras suportam declividade entre 6% e 8%, enquanto implementos mais leves já podem ser utilizados em até 15% de declividade, o que favorece a intensificação da produção, do plantio à colheita.

O Mapa da Cobertura e Uso da Terra (Figura 3.1) revela, ainda, que as maiores áreas das lavouras temporárias ocorrem desde o norte do Rio Grande do Sul, onde é expressivo o cultivo de soja e trigo, até o oeste de Santa Catarina e Paraná. O Rio Grande do Sul destaca-se, ainda, como o maior produtor de arroz cultivado na Depressão Central do estado e na Planície Litorânea, que, juntas, respondem pela maior produção do País. As lavouras temporárias são identificadas somente quando analisadas a partir da pecuária, em razão da alternância na utilização das mesmas terras. No Paraná, o destaque é para as lavouras de milho, soja e trigo, com inclusão de algumas pequenas variações de café, cana-de-açúcar e mandioca. Essas lavouras se estendem por terrenos pouco ondulados cujos solos têm origem nos derramamentos basálticos. Na Bahia, a maior concentração das lavouras está nos chapadões do oeste baiano com os cultivos de soja, milho, algodão e café, enquanto na região de Irecê o feijão é o principal produto. No Estado de Goiás, no eixo Mineiros-Jataí-Rio Verde-Montividiu, especialmente nos topos das chapadas, em áreas de relevos mais planos dominados por solos argilosos, observa-se a concentração de cultivos de soja, milho e sorgo relacionados com o agronegócio, cuja finalidade, em grande proporção, é a produção para atender às granjas avícolas e para a pecuária suína. Da mesma forma, como ocorre nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, existe uma verticalização da produção com as indústrias.

As áreas onde há maior concentração do número de colheitadeiras e de estabelecimentos com irrigação no País, de certa forma, ratificam essas análises (Figuras 3.5 e 3.6) ao regionalizar a localização dessas informações.

A ampliação do cultivo de grãos pode ser observada na Figura 3.7, que apresenta a evolução da área plantada com os principais cultivos no período de 1992 a 2006, e ilustra a tendência de crescimento sistemático da produção da agropecuária brasileira, notadamente em decorrência de ganhos de produtividade a partir da década de 1990. Contini et al. (2010) avaliaram o comportamento histórico da produção de grãos, no período de 1975 a 2010, considerando a área e a produtividade (Figura 3.8). Observa-se que enquanto a área aumentou 45,6% naquele período, a produção cresceu 268%. Assim, a tendência tem sido de crescimento acentuado da produtividade durante todo o período considerado. As quedas verificadas devem-se mais às ocorrências de períodos de estiagem como entre 2004 e 2006. O indicador de produtividade para grãos passou do valor médio de 1.500 kg/ha, em 1992, para 3.000 kg/ha em 2010.

Em relação à produção de carnes, Contini et al. (2010) constataram que a produção cresceu extraordinariamente nas últimas três décadas. De 1979 a 2009, a produção de carne bovina aumentou 5,42% ao ano, a suína 4,66% e a de aves 8,45%. De 2002 a 2009, as carnes bovina, de frango e suína tiveram crescimento de 3,1%, 7,25% e 1,97% ao ano, respectivamente. Embora ganhos de produtividade na pecuária também tenham sido registrados recentemente, na pecuária extensiva a taxa de lotação das pastagens ainda é baixa, cerca de 1 cabeça/ha, conforme o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006a).

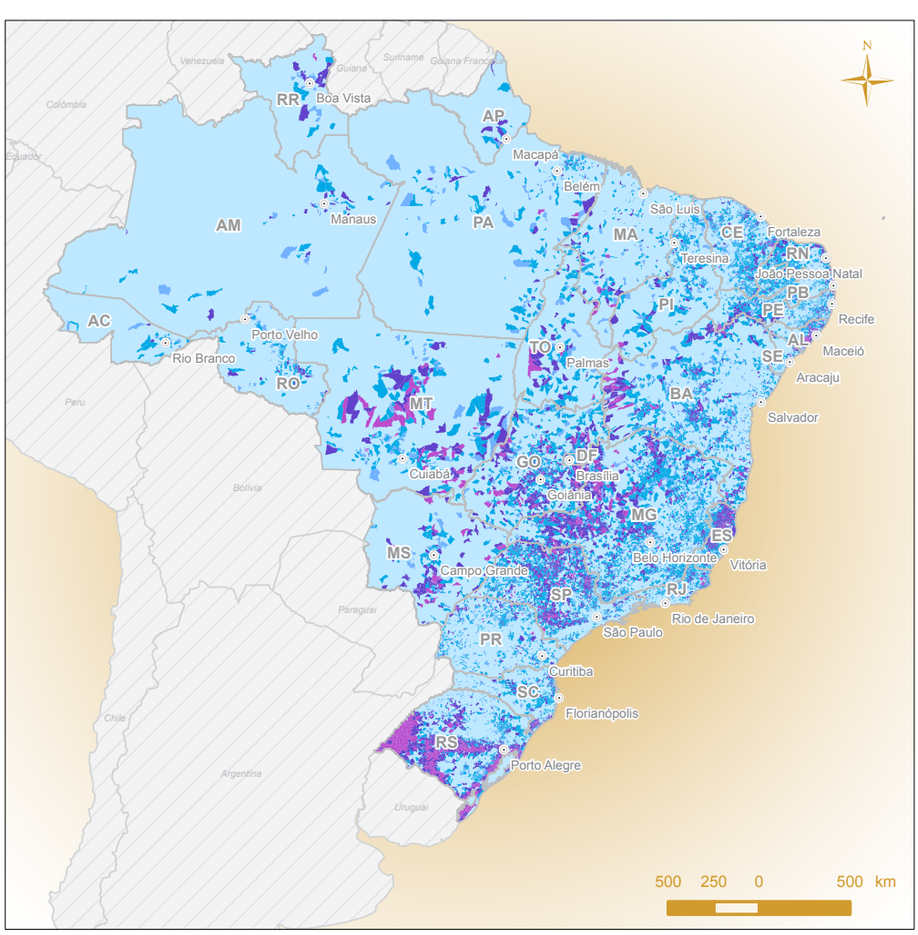


Concentração de colheitadeiras - 2006

(Máquinas por município)

- Até 25
- 26 - 50
- 51 - 100
- 101 - 500
- Mais de 501

Figura 3.5
Mapa da concentração de colheitadeiras por município.
Fonte: IBGE (2006a)



Áreas irrigadas - 2006

De acordo com o tamanho dos estabelecimentos rurais

Extensão em hectares (ha)

- Até 5,00 ha
- 5,01 - 10,00 ha
- 10,01 - 100,00 ha
- 100,01 - 1.000,00 ha
- Mais de 1.000,01 ha

Figura 3.6
Área irrigada, segundo o tamanho dos estabelecimentos rurais em 2006.
Fonte: IBGE (2006a)

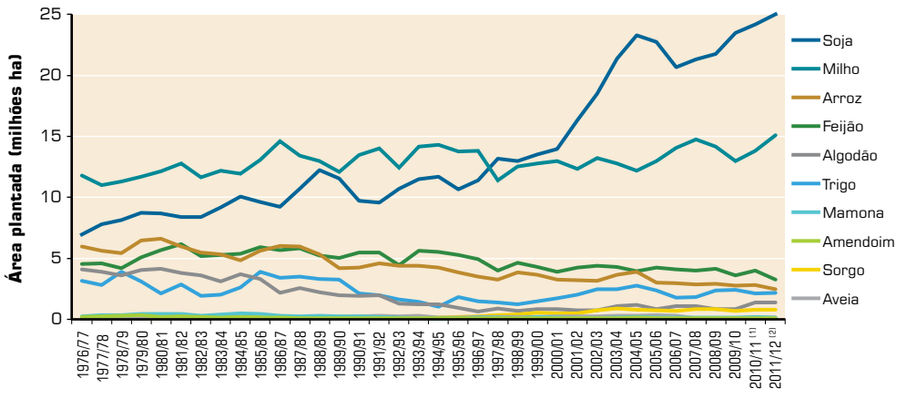


Figura 3.7
Evolução da área plantada com grãos.
Fonte: Conab (2012)
(1) Previsão
(2) Estimativa (dados preliminares sujeitos a alterações)

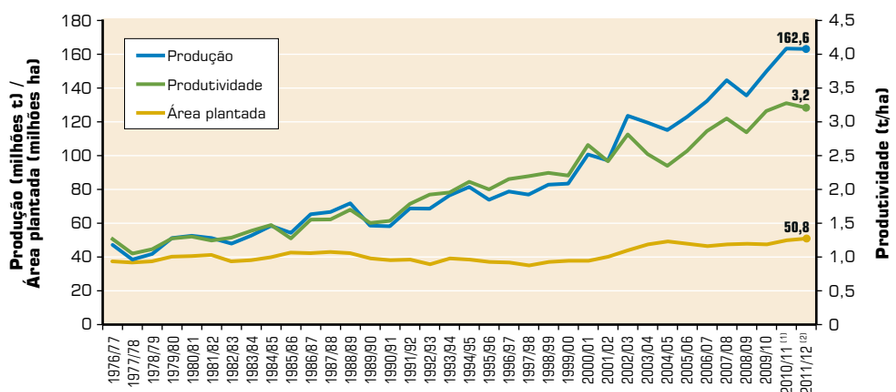


Figura 3.8
Evolução da área cultivada (amarelo), da produção (azul) e da produtividade (verde) de grãos entre 1975 e 2010.
Fonte: Contini et al. (2010)

Comparando os dados das lavouras temporárias em 1996 e em 2006, observa-se o crescimento das áreas de cultivos de grãos e das culturas denominadas "energéticas", como a cana-de-açúcar, devido, principalmente, ao fortalecimento da moeda brasileira no início da década passada (GIRARDI, 2008).

É interessante verificar que além da cana-de-açúcar, culturas oleaginosas como a soja, o dendê, o girassol, o algodão e a mamona também têm recebido incentivos nos últimos anos, por meio de programas que objetivam o desenvolvimento das lavouras consideradas agroenergéticas.

Embora a Região Nordeste tenha sido, historicamente, a grande área produtora de cana-de-açúcar, desde a instituição do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), observa-se um aumento da produção na Região Sudeste do País, bem como o deslocamento do eixo produtor da lavoura, em especial para o Estado de São Paulo. A Tabela 3.1 apresenta a produção de etanol por grandes regiões produtoras.

Tabela 3.1 Produção brasileira de etanol.

Regiões	Safras m³					
	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11(1)
Norte/Nordeste	1.509.339	1.778.503	2.193.358	2.410.999	2.005.164	1.009.300
Centro-Sul	14.298.845	16.160.925	20.252.621	25.270.240	23.733.511	24.771.104
Brasil	15.808.184	17.939.428	22.445.979	27.681.239	25.738.675	25.780.404

Fonte: Mapa.
(1) Posição em 14/12/2010

Os cultivos frutíferos voltados para a exportação como os da laranja, manga, melão, melancia, uva, banana e maracujá aproveitam as características ambientais propícias, especialmente de clima quente e seco, com alta luminosidade, das regiões onde se instalaram e agora constituem nichos regionais. Ocupam as regiões do norte de Minas, do médio-baixo vale do Rio São Francisco e do Semiárido do Rio Grande do Norte. Por serem lavouras altamente tecnificadas, têm mercado interno e externo garantido.

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Brasil tornou-se um dos líderes mundiais na produção e exportação de vários produtos agropecuários. Atualmente, é o primeiro produtor e exportador de café, açúcar, etanol de cana-de-açúcar e suco de laranja. Além disso, lidera o ranking das vendas externas do complexo soja (farelo, óleo e grão).

Considerando o disposto na Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, a agricultura familiar e o empreendedor familiar rural representam a maioria dos produtores rurais do País. Os módulos rurais têm classes diferentes de acordo com as regiões brasileiras: 100 ha, quando localizados em municípios da Amazônia Ocidental ou do Pantanal Mato-Grossense e Sul-Mato-Grossense; 50 ha, se localizados em municípios do Polígono das Secas ou da Amazônia Oriental; e 30 ha se localizados em municípios de qualquer outra região brasileira.

O agricultor familiar geralmente é proprietário da terra, não vende sua força de trabalho para viver, tampouco tem condições de contratar empregados. Alguns estão integrados

eficientemente ao mercado, por meio da incorporação de tecnologia e especialização da produção, outros subsistem a partir de métodos extremamente ineficientes de produção agropecuária. Nessas pequenas propriedades, a agricultura apresenta grande diversidade de cultivos, de forma a atender tanto as necessidades alimentares do núcleo familiar como a produção de excedente para comercialização. Estão disseminadas por todo o País, excetuando a região amazônica, onde se concentram principalmente na calha dos grandes rios. Na Região Sul, as pequenas propriedades frequentemente vinculam-se a processos industriais acompanhando o perfil regional de utilização em que a produção está vinculada a contratos com as indústrias, como é o caso da uva na serra gaúcha e do milho na Serra da Mantiqueira (Figura 3.9).



Figura 3.9 (A) Cultivo de uva na serra gaúcha, Bento Gonçalves, RS; (B) Cultivo de milho em pequenas propriedades, município de Ouro Fino, MG.

Para o levantamento das informações sobre a agricultura familiar, o Censo Agropecuário do IBGE (IBGE, 2006a) considerou o princípio legal e utilizou o "método de exclusão sucessiva e complementar" para atender a todas as condições definidas na lei, estabelecendo as seguintes variáveis para sua categorização: unidade de trabalho familiar; unidade de trabalho contratado; e renda total do empreendimento. Com essas informações foi possível construir os gráficos da Figura 3.10, que ilustram esse universo segundo os estados da Federação, com destaque para o Pará, a Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que apresentam as maiores áreas


Bruno Coutinho

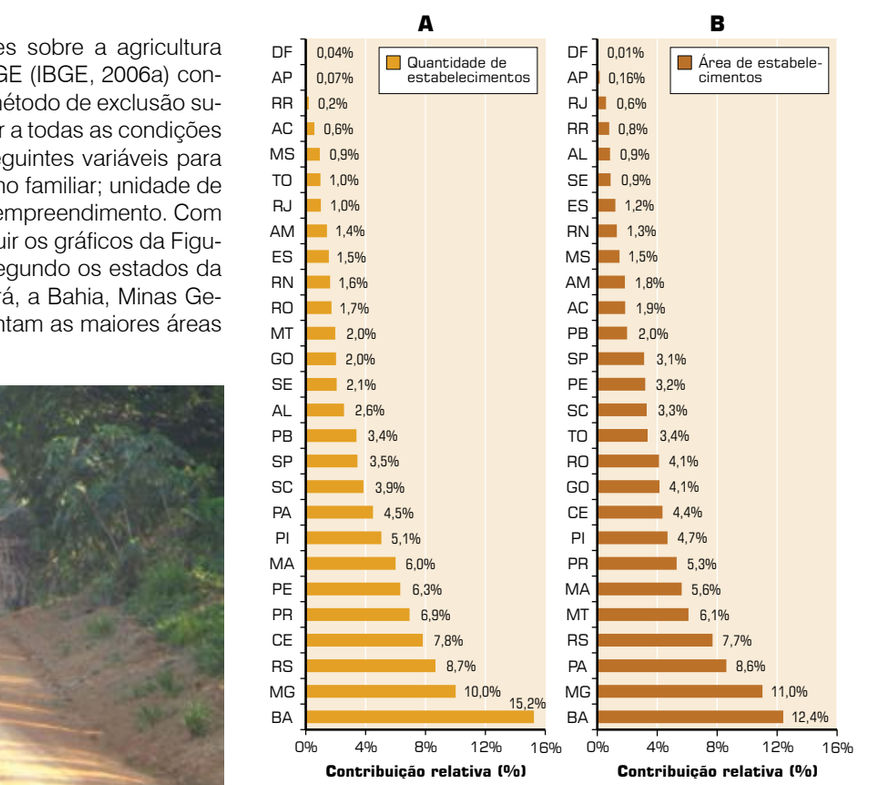


Figura 3.10 Percentual de estabelecimentos (A) e da área (B) ocupada pela agricultura familiar.

Fonte: IBGE (2006a)

de agricultura familiar. Na representação percentual de sua participação na área dos estados destacam-se a Bahia, Minas Gerais, o Rio Grande do Sul e o Ceará.

Segundo Spadotto (2011), do total da produção agropecuária, cerca de quase 40% do valor bruto vem da agricultura familiar, sendo que de cada dez trabalhadores do campo, oito estão ocupados em atividades familiares. Ressalta, ainda, que 1,3% da área total do País é de propriedade de até 10

ha, ocupando área de 5,4 milhões de hectares. Por sua vez, Abramovay (2011) considera como a principal característica da agricultura familiar o desenvolvimento dos pequenos proprietários rurais, onde a mão de obra é familiar, o que a diferencia da agricultura patronal, caracterizada pela utilização de trabalhadores fixos ou temporários em propriedade de tamanho médio e grande.

O Censo Agropecuário (IBGE, 2006a) identificou que 84,4% dos estabelecimentos brasileiros (cerca de 4,5 milhões) são explorados em regime de agricultura familiar, ocupando 24,3% da área total dos estabelecimentos agropecuários. Observa-se que apesar da agricultura familiar deter apenas 1/4 das terras do País, é grande a produção de alimentos voltados para o abastecimento interno, responsável por 87% da produção nacional de mandioca, 70% da produção de feijão, 46% de milho, 38% de café, 34% de arroz e 21% de trigo. Na pecuária, 58% de leite, 59% de plantel de suínos, 50% de aves e 30% de bovinos.

Atualmente, o esforço no campo da pesquisa agrícola identifica a carência de alternativas tecnológicas adequadas às condições socioeconômicas dos agricultores familiares, uma vez que a tecnologia disponível não é específica para os pequenos produtores, que têm dificuldade de assimilar o uso intensivo de insumos e de capital. Por essa razão, destaca que o desafio maior da agricultura familiar é adaptar e organizar seu sistema de produção a partir das tecnologias disponíveis.

Das lavouras permanentes, destacam-se os cultivos de café, laranja, castanha de caju, cacau, banana, coco-da-baía, sisal, borracha (látex), dendê e uva. De acordo com dados dos censos agropecuários do IBGE de 1996 e 2006, essas lavouras apresentaram acréscimos maiores que 80% na sua produção no período. A Figura 3.11 apresenta dados sobre o painel da área plantada, em 2010, para as principais lavouras permanentes. Por sua vez, os cartogramas publicados no documento Atlas da Questão Agrária Brasileira (Figura 3.12), possibilita a identificação dos principais espaços ocupados por essas lavouras.

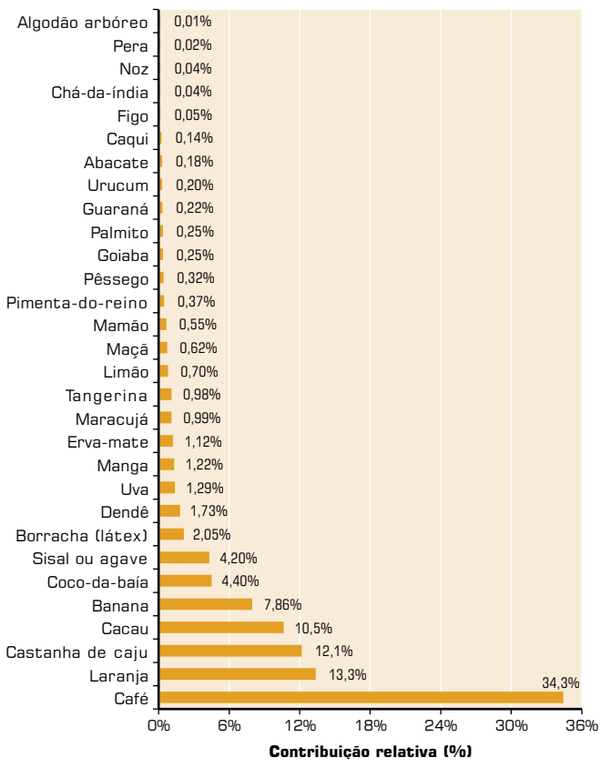


Figura 3.11
Área plantada com lavouras permanentes em 2010.
Fonte: IBGE (2010a)



Bruno AbeSaber

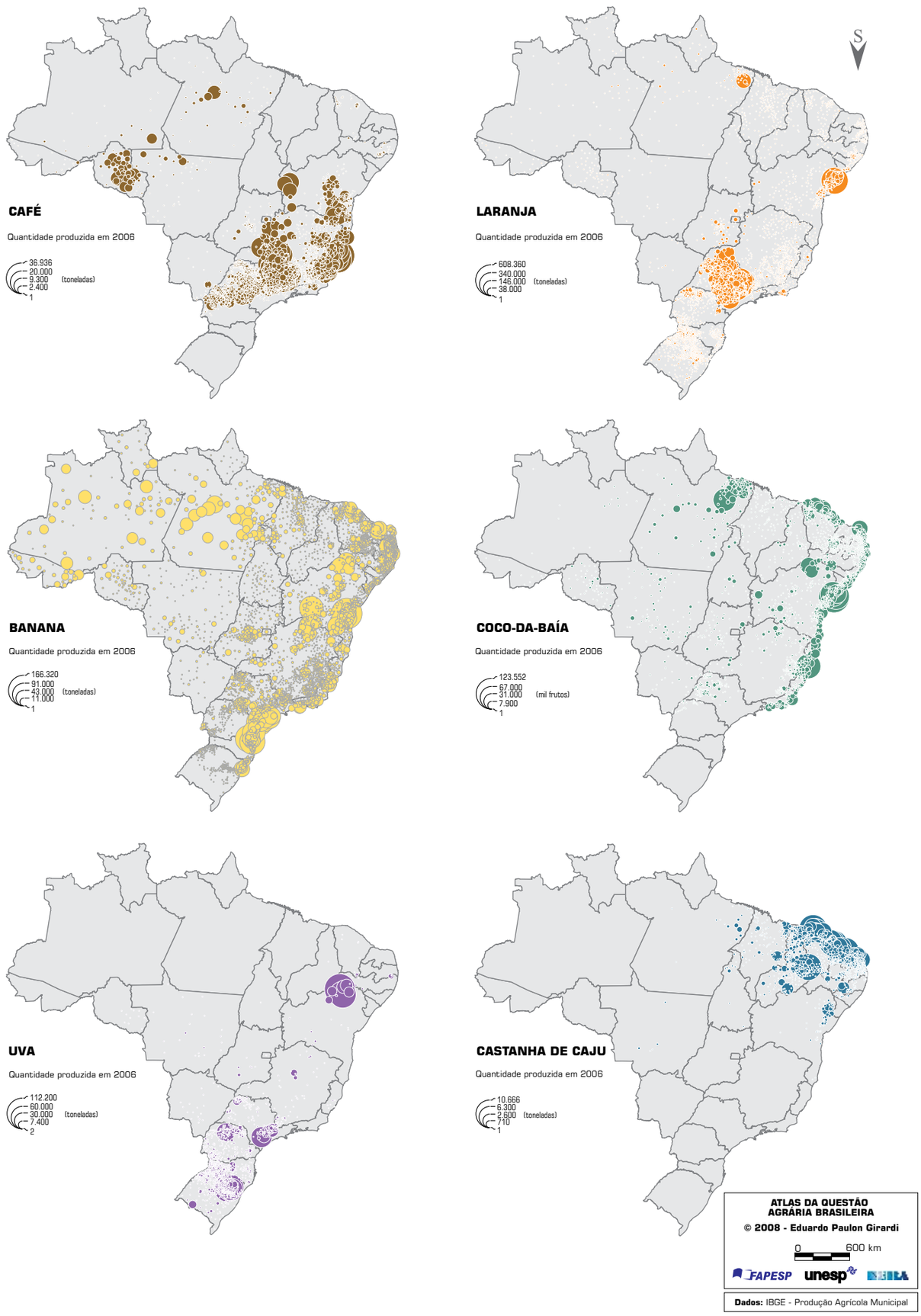


Figura 3.12 Cartogramas das áreas plantadas com culturas permanentes em 2006.
Fonte: Girardi (2008)

A silvicultura é uma atividade rural voltada ao plantio de florestas que cresce exponencialmente no País e que se diferencia das lavouras permanentes e temporárias no que se refere à elasticidade entre o período de plantio e de colheita. Se as safras das lavouras anuais ou bianuais são mais suscetíveis à flutuação temporária dos preços e, consequentemente, propicia oportunidades contínuas de lucros ou prejuízos ao produtor rural, em termos financeiros, o plantio de florestas pode ser compreendido como uma "caderneta de poupança" ou investimento em longo prazo.

Em termos espaciais, manter área com florestas plantadas numa unidade rural requer que essa unidade disponha de um espaço territorial que permita diversificação de usos no seu interior, com áreas de cultivos temporários e permanentes, pastagens e matas naturais, o que possibilita maior flexibilidade de fluxo de caixa nos períodos de entressafra (Figuras 3.13 e 3.14).



Regina Pereira

Figura 3.13 Reflorestamento de eucalipto no litoral entre os municípios de Mostarda e Tavares (RS).



Angela Aquino

Figura 3.14 Campos de Cima da Serra e reflorestamento com pinus. Município de Cambará do Sul (RS).

O IBGE tem realizado sistematicamente levantamentos da diversidade dos produtos extraídos das florestas plantadas como a lenha, o carvão vegetal, a casca da acácia-negra, a madeira em tora para papel e celulose e a madeira em tora para múltiplas finalidades. Outras instituições como a Sociedade Brasileira de Silvicultura e a Associação Brasileira de Plantadores de Florestas também realizam levantamentos estatísticos. A inserção no mercado interno e no externo, visíveis pelas estatísticas do IBGE no período de 1990 a 2009, revela crescimento contínuo da extração dos produtos extraídos das florestas plantadas.

A quantidade produzida de madeira em tora para a produção de celulose e papel, para o consumo nacional, apresentou crescimento de 48% nos últimos 20 anos.

A madeira em tora para outras finalidades, obtida da silvicultura, tem um leque amplo de aplicações. Entre seus usos estão a madeira serrada; a madeira compensada; aglomerados; manufaturados de madeira; postes; móveis; assoalho; dormentes; vigas e painéis. Com isso, observa-se também uma verticalização dos setores e a integração da base aliada à diversidade de espécies madeireiras cultivadas. Além do eucalipto que se mantém na liderança como madeira empregada, o pinus supera em área plantada as outras espécies cultivadas. Destas, a acácia, o mogno e o guanandi podem ser citados.

Na produção do período compreendido entre 1990 e 2009, nota-se de imediato que a unidade de referência do volume da produção que, em 1990, era de aproximadamente 13 milhões de metros cúbicos, em 2009, praticamente triplicou. Ao longo da série, que compreende o período de 1996 a 2003, com alguns picos de produção, observa-se que o crescimento mostra-se praticamente contínuo. Com base nessa série, é possível inferir que o segmento da silvicultura encontra-se estável em termos de demanda crescente.

Ao analisar os dados de produção para 2009, fica evidente a posição de vanguarda da Região Sul, que se destaca respondendo por 62% da produção nesse ano. Em seguida, encontra-se o Sudeste com 26%. A produção das demais regiões, apesar dos altos valores quantitativos, é pouco significativa.

A produção da madeira seca ou lenha para uso doméstico e industrial causa impactos ambientais nos diversos biomas brasileiros. Ao uso doméstico da lenha é acrescentado o comercial, notadamente em restaurantes e empreendimentos fabris como, por exemplo, padarias e olarias, e até mesmo em siderurgias. Com isso, a produção de lenha encontra um mercado seguro e sempre em expansão diante do crescimento populacional. A lenha é, portanto, uma fonte energética voltada ao consumo interno. A estatística da produção da lenha no período em observação, ou seja, de 1990 a 2009, mostra patamares altos, com consumo crescente, passando de 220 milhões para 410 milhões de metros cúbicos.

Esse alto consumo da lenha – aproximadamente 2 metros cúbicos per capita – somente é possível devido à expansão da silvicultura. Contudo, na produção de 2009, observa-se que 66% da produção de lenha eram provenientes da Região Sul e apenas 27% da Região Sudeste, apesar do maior quantitativo populacional e de outros usos alternativos da energia calorífica.

O carvão vegetal é a segunda fonte energética mais difundida no mundo. Em Minas Gerais ele alimenta, além de residências e instituições comerciais, os altos-fornos das siderúrgicas que produzem ferro-gusa. A necessidade contínua de carvão vegetal levou algumas siderúrgicas a terem suas próprias áreas de matas plantadas, que, integradas ao processo produtivo, obedecem às normas de reflorestamento, inclusive com corredores ecológicos que ligam as ilhas preservadas de mata nativa e facilitam o trânsito de animais silvestres.

O controle da produção de carvão vegetal nem sempre é possível e a prática de desmatamento e queimadas ilegais é constante. Não é raro ocorrer a invasão de matas nativas para a produção do carvão de forma ilegal. Na grande maioria dos casos, é comum a utilização de mão de obra local e o não cumprimento das normas trabalhistas. O trabalho escravo é uma consequência triste dessa atividade marginal.

A série de dados da produção de carvão vegetal, no período de 1990 a 2009, indica a existência de um comportamento cíclico com períodos crescentes e decrescentes de produção. Estima-se que esse comportamento estava, possivelmente, atrelado ao incremento do uso industrial do carvão



Anderson de Carvalho Soares

nas siderúrgicas, devido ao aumento da demanda interna e externa. O período de crescimento da produção de carvão vai até 1997, quando se iniciou um decréscimo, ao atingir o valor mais baixo em 2002. A retomada do aumento da produção ocorreu em 2008. Ao acompanhar as oscilações econômicas externas, iniciou-se um novo decréscimo. Nos anos de 1997 e de 2008 ocorreram os picos de produção. A menor foi em 2002, coincidindo com o período do "apagão" energético. A produção de carvão vegetal, que em 2009, período de decréscimo, atingiu o montante de 3.378.492 toneladas, mostra que 83% localizaram-se na Região Sudeste. A Região Nordeste ocupava a segunda posição, respondendo por 13% do total produzido. Embora a Região Sul tivesse alta produção de lenha, a parte destinada ao carvão era pouco significativa.

A resina proveniente da silvicultura, como a produzida pela acácia-negra, é considerada um produto florestal não madeireiro, sendo assim, deve-se admitir que a extração das resinas aconteça de forma não prejudicial à saúde das árvores vivas. Nesse sentido, caso o reflorestamento brasileiro esteja baseado economicamente na acácia-negra, no pinus e no eucalipto, pode-se concluir que a maioria das resinas provenientes da silvicultura é derivada dessas espécies. No Brasil, a acácia-negra é plantada com a finalidade de produzir tanino, que é extraído de sua casca, empregado nas indústrias de curtume. Assim, para efeito de estatística, o quantitativo da casca é considerado como produto. Por tratar-se de uma espécie adaptada ao clima subtropical, a acácia-negra é cultivada somente na Região Sul do País. Cerca de 60% do tanino obtido é destinado ao mercado interno e o restante é exportado. A produção da casca, no período de 1990 a 2009, manteve-se praticamente no mesmo patamar, em torno de 200 mil toneladas/ano. A exceção foi em 2002, quando a produção quintuplicou devido à demanda externa, o que elevou o preço no mercado interno.

A avaliação dos produtos da silvicultura – madeira para papel e celulose, madeira para outros usos, lenha, carvão e resinas – indica a importância econômica do uso da terra associado a esses produtos. Os usos extrativos predominam nos estados da região amazônica, exceto no Tocantins, e ocorrem em estabelecimentos agropecuários e em terras da União. Nessa região, a extração de madeira nativa em tora, de forma intensiva, com o uso de equipamentos pesados e com diversas finalidades, é expressiva (incluindo a produção de laminados e de carvão). O número de serrarias aumentou consideravelmente nos últimos 20 anos. A produção está diretamente associada à abertura das frentes pioneiras das lavouras tecnificadas e da produção de carne para exportação. A intensa especulação fundiária decorre desse processo e tem gerado conflitos constantes na região. Os demais produtos da atividade extrativista são retirados da floresta por pequenos produtores ou por catadores da castanha-do-pará, por seringueiros ou pelas comunidades indígenas. Entre esses produtos estão as gomas, elásticas e não elásticas, sendo o látex da borracha importante em diversas regiões, principalmente nos tributários da margem direita do Rio Solimões, nos estados do Acre, Amazonas e Pará. A coleta da castanha-do-pará está disseminada por quase todos os estados da região amazônica onde seus subprodutos são também comercializados. A extração de frutos nativos, principalmente das palmáceas, como o açaí e o tucumã, tem encontrado mercado inclusive no exterior. Houve uma ampliação dos hábitos alimentares da população brasileira com produtos da floresta, o que propiciou o aumento da produção e a geração de renda para as populações que ali vivem. Também espécies florestais de fibras, tanantes e oleaginosas têm tido utilização ampliada nos últimos 20 anos no mercado nacional (Figura 3.15).

Observa-se que na Região Nordeste o extrativismo caracteriza-se principalmente pela extração de madeira, que será transformada em lenha e que atende, principalmente, ao uso doméstico e à construção de cercas. Os frutos regionais e as palmáceas, com a finalidade principal de alimento e de artesanato, são obtidos do babaçu, umbu, mangaba, entre outros.

Do ponto de vista do uso da terra, existem, ainda, as áreas de uso especial, que são entendidas como unidades de manejo de finalidade específica, como as unidades de conservação, as terras indígenas, as áreas militares etc., as quais têm representatividade muito grande no território brasileiro, sobretudo na região amazônica.

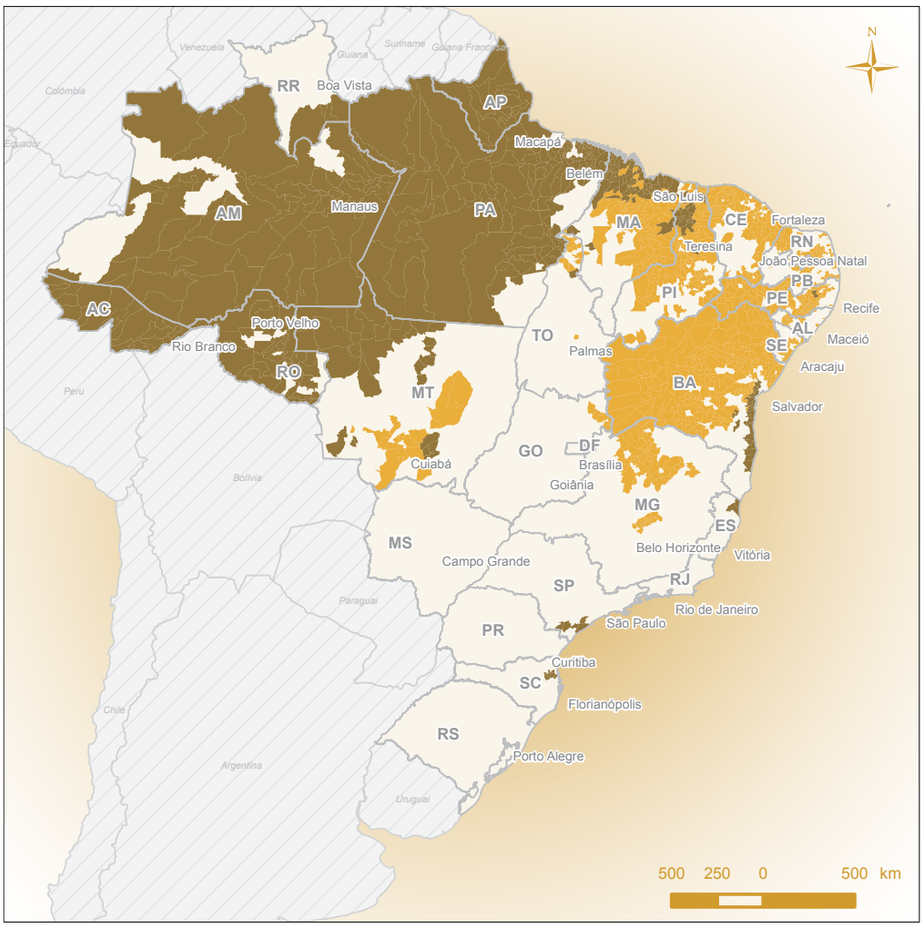


Figura 3.15
Grupos de extrativismo.
Fonte: IBGE (2006a)

Ademais, o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006b) apresenta outras formas de tipologia de uso identificadas por meio de padrões homogêneos da cobertura vegetal, tais como as áreas de extração mineral, uso das águas e áreas urbanizadas. As áreas de mineração não apresentam grandes extensões em comparação com as áreas com atividade agropecuária, entretanto, têm grande importância para a economia estadual e nacional tanto para as indústrias como para a exportação. Em razão da ocorrência de importantes depósitos minerais, o Brasil apresenta grande diversidade de substâncias exploradas cujas reservas, em grande parte, são expressivas nas estatísticas mundiais do setor (Figura 3.16).



Jailton Dias

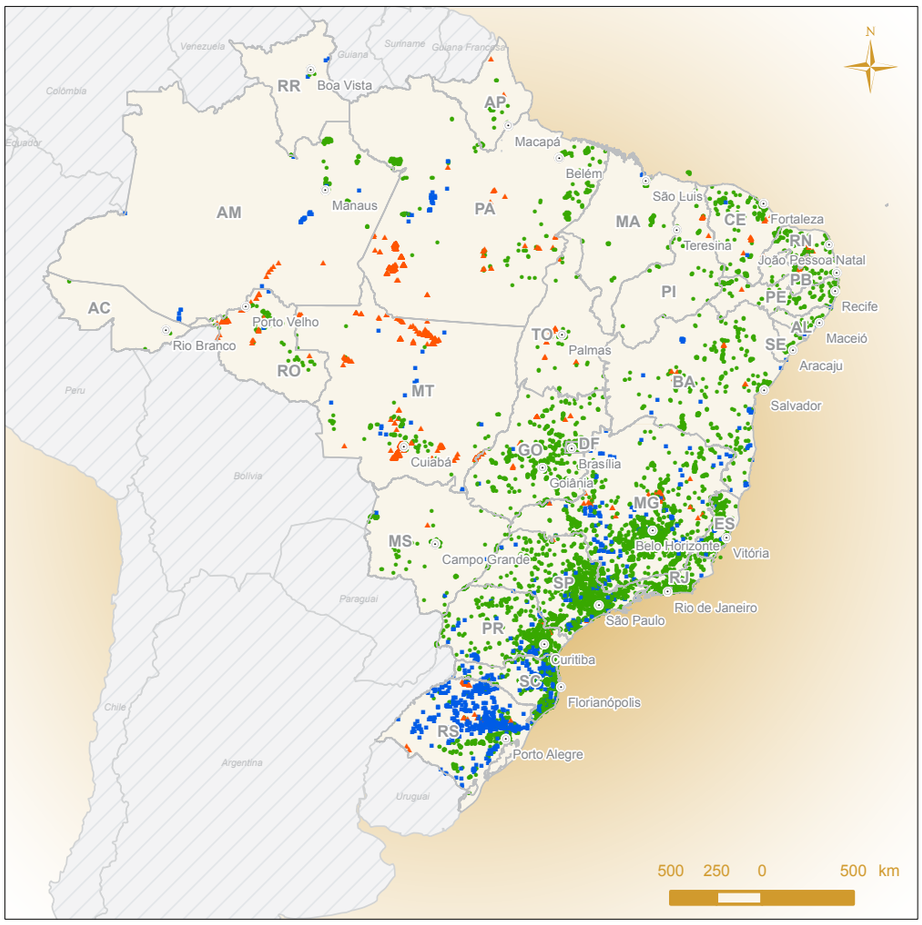


Figura 3.16
Exploração mineral no Brasil.
Fonte: DNPM

De acordo com informações de Farias (2002), o Brasil produz cerca de 70 substâncias, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não metálicos e quatro dos energéticos. As principais regiões mineralíferas no Brasil são o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, o Projeto Trombetas, localizado no Vale do Rio Trombetas (Pará), e a região do manganês do Morro do Urucum, em Mato Grosso.

As áreas urbanizadas são classes de cobertura da terra que compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas, incluindo as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais, e instituições que podem, em alguns casos, encontrar-se isoladas das áreas urbanas. As áreas urbanizadas podem ser contínuas, onde as áreas não lineares de vegetação são excepcionais, ou descontínuas, onde as áreas vegetadas ocupam superfícies mais significativas (IBGE, 2006b).

A Figura 3.17 apresenta a distribuição das áreas urbanizadas no Brasil.



João Batista Drumond Câmara

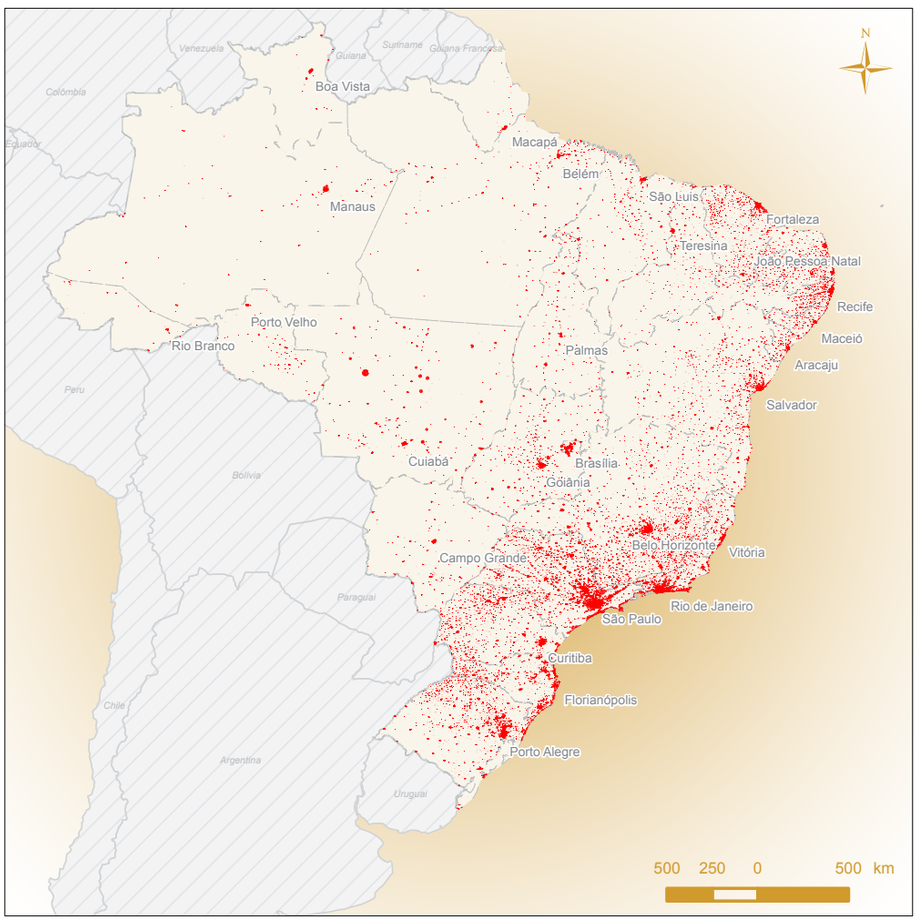


Figura 3.17
Distribuição das áreas urbanizadas no Brasil.
Fonte: IBGE

3.2 Degradação e Erosão dos Solos

Os processos erosivos são condicionados basicamente por alterações do meio ambiente provocadas por eventos da natureza como os desastres naturais, ou pelo uso do solo nas suas várias formas. O problema ocorre quando há intervenção humana desde o desmatamento, a desertificação e o uso agrícola intensivo até as obras urbanas e viárias, com a expansão desordenada das cidades e a poluição orgânica e industrial que, de alguma forma, provocam erosão mais severa.

3.2.1 A Evolução do Combate à Erosão

De acordo com Hernani et al. (2002a, apud MANZATTO et al., 2002), erosão é um processo natural e ocorre mesmo em ecossistemas em equilíbrio. A intervenção humana eleva a taxa de incidência desse processo, gerando erosão acelerada que, por sua vez, constitui-se em fenômeno de grande importância, principalmente pela rapidez de seu desencadeamento e pelos grandes prejuízos para a exploração agropecuária e para diversas outras atividades econômicas, bem como para o meio ambiente. A magnitude da erosão acelerada está relacionada às características do solo, às condições climáticas e ao uso e manejo dos recursos naturais.

A principal causa da aceleração do fenômeno da erosão no Brasil continua a ser o modelo agrícola predominante baseado no manejo intensivo do solo, que tem como objetivo principal o alcance de altos níveis de produtividade.

As pastagens cultivadas no Brasil ocupam quase 160 milhões de hectares e a erosão e degradação da terra são preocupações constantes. Estima-se que 80% das pastagens na região tropical apresentam algum estágio de degradação (HAMMES; FERRAZ apud MANZATTO et al., 2002). A produtividade dessas pastagens, formada principalmente por gramíneas dos gêneros Brachiaria, Panicum e Andropogon, cai a patamares de 60 kg de carne por hectare/ano, enquanto em uma pastagem reformada a produção de carne pode chegar a 300 kg/ha/ano (BROCH et al., 1997). A degradação nas áreas ocupadas por pastagens acontece, principalmente, pela erosão e redução nos teores de matéria orgânica do solo.

O potencial máximo de perdas de solo e água por erosão hídrica ocorre quando são utilizados sistemas de manejo convencionais, tais como arados, grades e cultivadores, que expõem os frágeis solos à erosão severa. Ainda ocorrem outros processos de degradação, como compactação, perda da capacidade de infiltração, oxidação da matéria orgânica e a capacidade de retenção de água.

Apesar de significativos esforços no sentido de mitigar a erosão hídrica com a proteção vegetativa do solo (rotação e sucessão de culturas, uso de cobertura verde ou morta do solo, e promoção da agregação do solo pelo crescimento de raízes de culturas específicas), as características climáticas e pedológicas existentes em todo o País favorecem a ocorrência do fenômeno.

As perdas por erosão tendem a elevar os custos de produção, aumentando a necessidade do uso de corretivos e fertilizantes, e reduzindo o rendimento operacional das máquinas agrícolas. A erosão causa ainda problemas à qualidade e disponibilidade de água, decorrentes da poluição e do assoreamento dos mananciais, favorece a ocorrência

de enchentes no período chuvoso e aumenta a escassez de água no período de estiagem, elevando os custos de construção de barragens e de dragagem dos cursos e reservatórios d'água e reduzindo o potencial de geração de energia elétrica.

Hernani et al. (2002a) apud Manzatto et al. (2002) estimaram as perdas de solo e água por erosão, admitindo como perdas médias anuais de solo 15 t/ha para lavouras (anuais e perenes) e 0,4 t/ha para pastagens (naturais ou plantadas). A Tabela 3.2 indica a perda de 823 milhões de toneladas de solo e 170 bilhões de metros cúbicos de água, por erosão hídrica no Brasil, em função da ocupação do solo em 1996. Por sua vez, em 2006, as perdas foram de 960 milhões de toneladas de solo e de 190 bilhões de metros cúbicos de água.

Tabela 3.2 Estimativa de perda anual de solo e de água por erosão hídrica no Brasil, em função do tipo de ocupação de solo.

Tipo de Ocupação	Área Ocupada (milhões de ha)	Perda de Solo		Perda de Água	
		Média	Total	Média	Total
		(t ha^{-1} ano^{-1})	(10^6 t ano^{-1})	(m^3 ha^{-1} ano^{-1})	(10^6 m^3 ano^{-1})
Em 1996					
Lavouras	50,1	15,0	751,5	2.519	126.213
Pastagens	177,7	0,4	71,1	252	44.781
Total	**227,8**	–	**822,6**	–	–
Em 2006					
Lavouras	59,8	15	897,0	2.519	150.636
Pastagens	158,8	0,4	63,5	252	40.017
Total	**218,6**	–	**960,5**	–	**190.653**

Fonte: Baseado em Hernani et al.(2002a) apud MANZATTO et al. (2002)

De acordo com o levantamento sistemático da produção agrícola, de setembro de 2011, publicado pelo IBGE (2011a), houve acréscimo de 19% na área ocupada com lavouras anuais ou perenes (incluindo flores) e, ainda, decréscimo de 11% na área com pastagens naturais ou plantadas ou com sistemas agroflorestais (SAFs) em relação a 1996.

Diante das consequências da degradação dos recursos ambientais, especialmente das terras agrícolas, o País vai ao encontro de novas formas que sejam adequadas para a condução do desenvolvimento e das atividades econômicas, dentro dos padrões de sustentabilidade.

Segundo Freitas et al. (2007), o primeiro passo no controle efetivo da erosão dos solos no Brasil tropical é utilizar as terras de maneira planejada consoante sua aptidão agrícola. Avaliações realizadas tendo como base informações sobre os solos brasileiros indicam que 65% do território nacional, ou seja, mais de 550 milhões de hectares, podem ser utilizados para a produção agropecuária (MANZATTO et al., 2002). Em 2006, segundo o IBGE, foram contabilizados quase 60 milhões de hectares com culturas anuais e perenes, o que mostra o potencial de exploração agrosilvipastoril no País. Outros 160 milhões de hectares são ocupados com pastagens, porém, cerca de 80% apresentam algum nível de degradação.

Sistema de Plantio Direto (SPD)

O SPD é um sistema conservacionista de manejo do solo e não unicamente de plantio, pois inclui todas as práticas e processos de manejo de uma área, qualquer que seja o uso – culturas anuais, culturas perenes, pastagem, silvicultura ou mesmo preservação da flora e da fauna pela preservação da vegetação natural. Introduzido no Brasil a partir da década de 1990, com o objetivo principal de controlar a erosão, o SPD vem sendo submetido a intenso processo de evolução agronômica, sendo, hoje, reconhecido como exemplo para países tropicais e subtropicais de todo o mundo.

A adoção do SPD significa o caminho mais adequado na busca da competitividade, da sustentabilidade e da equidade com qualidade ambiental (FREITAS, 2002). O sistema está sendo desenvolvido com a integração e o desenvolvimento tecnológico de vários órgãos de pesquisa, indústrias de insumos e máquinas, serviços de assistência técnica oficial e privada e outros ligados à agricultura (EMBRAPA, 2001; LANDERS; FREITAS, 2001).

Entre 1992 e 2006 (última informação disponibilizada sobre a adoção do SPD no Brasil) foi estimado aumento de 19% na utilização do sistema em todo o País. O aumento estimado para o Cerrado (APDC – dados não divulgados) foi mais expressivo, chegando a 53% (FREITAS, 2002).

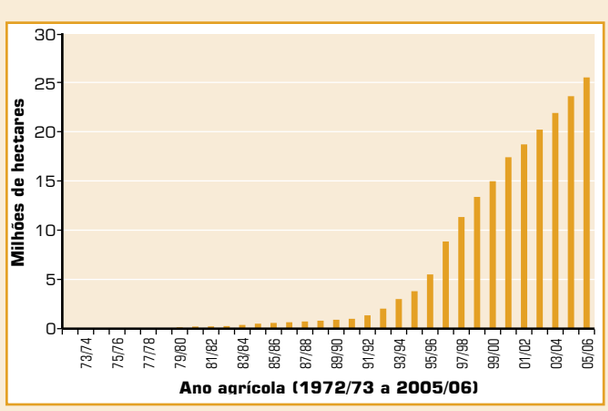


Figura A Evolução da área cultivada em Sistema de Plantio Direto no Brasil (1972-2006).
Fonte: http://www.febrapdp.org.br/download/ev_plantio_brasil.pdf.

3.2.2 A Desertificação e a Arenização no Brasil

A desertificação, segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, é o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas (ONU, 2011).

Em conjunto, as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas cobrem 40% das terras do planeta e são conhecidas como terras secas. Estima-se que mais de 2 bilhões de pessoas vivem nas terras secas do mundo, estando a maior parte classificada abaixo da linha de pobreza.

A distribuição das regiões afetadas pela seca é apresentada na Figura 3.18.

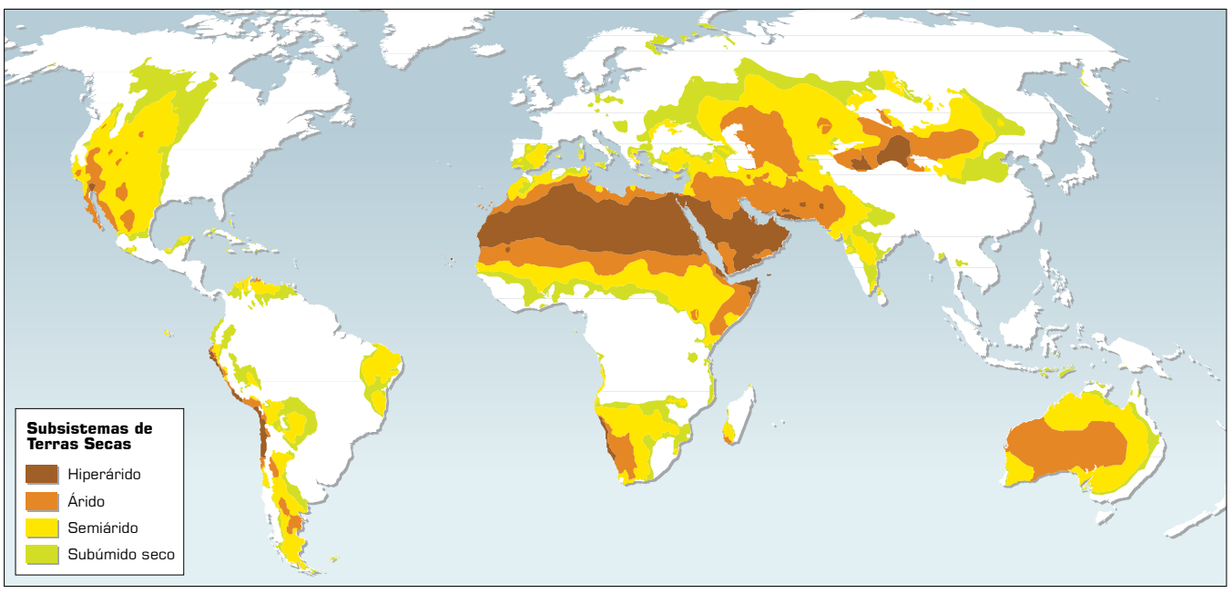


Figura 3.18 Distribuição mundial das terras secas.
Fonte: Adaptado de Unep (1992) apud Mortimore (2009)

Deve-se ressaltar que a Agenda 21, proposta na Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), dedica o Capítulo 12 ao Manejo dos Ecossistemas Frágeis, com ênfase ao combate à desertificação e à seca.

Em 17 de junho de 1994, foi estabelecida a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, ano em que passou a ser comemorado o Dia Mundial de Luta contra a Desertificação. O Brasil aderiu formalmente à Convenção em outubro de 1994, cuja ratificação ocorreu em 1997.

Entre 1994 e 1998, foi produzido o primeiro mapa com cobertura total da ocorrência da desertificação no Brasil e estabelecida a estratégia para a elaboração do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Concluído em 2004, tal Plano apresenta os rumos para a implantação de ações articuladas no controle e no combate à desertificação, tendo como objetivo a ampliação dos acordos sociais e o envolvimento dos mais diversos segmentos da sociedade. Suas premissas são calcadas nos paradigmas do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004) e seus eixos temáticos são: 1) combate à pobreza e desigualdade; 2) ampliação sustentável da capacidade produtiva; 3) preservação, conservação e manejo sustentável de recursos naturais; e 4) gestão democrática e fortalecimento institucional. Esse documento estabelece os critérios de Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASDs), que são as áreas de atuação do Plano, que cobrem 1.350 km², e são representadas por 1.488 municípios.

Os eixos do Plano que, como esperado, acompanham as prioridades da Agenda 21 evidenciam que, longe de ser um problema apenas ambiental, a desertificação tem fortes componentes sociais e econômicos. De fato, os indicadores sociais e econômicos da Região Nordeste evidenciam grandes distorções quando comparados aos indicadores das demais regiões do País (IBGE, 2010c).

Os indicadores agrícolas apontam, também, distorções entre o Nordeste e as demais regiões do Brasil. A Região Nordeste possui 2.187.295 pequenas propriedades, com área média de 16 ha, o que representa, virtualmente, metade das pequenas propriedades existentes no Brasil, onde são produzidas cerca de 90% da produção de mandioca e 67% da produção de leite de cabra do País (IBGE, 2006a). Dessa forma, boa parte das pequenas propriedades do Nordeste está localizada nas ASDs e, portanto, sob o risco da desertificação ou atingidas por esse processo.

O combate à desertificação é uma tarefa árdua e de altíssimo custo em seus estágios mais avançados. Dados divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) indicam que cerca de 100.000 km² das ASDs já apresentavam sinais de degradação severa em 1998. O mesmo levantamento indicou que as áreas com níveis de degradação grave e moderado são, respectivamente, 82.000 e 394.000 km². Conforme preconiza a Convenção, a prioridade de combate deve ser dada às áreas onde a degradação é menos intensa. Dessa forma, é provável que a área prioritária para o combate à desertificação ultrapasse 400.000 km², ou seja, área equivalente a quatro vezes o estado de Pernambuco. As estatísticas, no entanto, apontam que a recuperação dessas áreas está longe de ser alcançada. O consumo médio de fertilizantes nos estados do Nordeste com maiores riscos de desertificação varia entre 4% e 85% da média nacional (IBGE, 2010d). O consumo maior em alguns estados como a Bahia, o Maranhão, o Piauí, Alagoas e Sergipe deve-se à expansão da área cultivada ou às grandes áreas cultivadas com cana-de-açúcar que estão fora das ASDs. O Estado do Ceará que tem, proporcionalmente, a maior área de Semiárido dos

estados do Nordeste é o que apresenta o menor consumo de fertilizantes entre todos os estados do Brasil (6,2 kg/ha).

Por sua vez, a arenização, entendida como o processo de retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou não consolidados, acarreta dificuldades para a fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade dos sedimentos pela ação das águas e dos ventos.



Jacobson Luiz Rodrigues

A região de maior ocorrência dos areais está localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul, a partir do meridiano 54º, região da Campanha Gaúcha, em direção oeste até a fronteira com a Argentina e a República Oriental do Uruguai. A degradação do solo nessa região acentua-se devido, principalmente, à característica altamente arenosa dos solos, à baixa coesão entre partículas, à baixa fertilidade natural e à vegetação rala e esparsa. Assim, a área apresenta-se sob a forma de areais e ocupa larga faixa onde se localizam os municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Francisco de Assis e Unistalda. Para o conjunto da região, de acordo com o mapeamento feito com imagens de satélite, os areais representam 3,67 km² (3.663,00 ha). A esse total são acrescidos 1.600 ha de áreas denominadas focos de arenização, que perfazem 0,26% da área total da região.

3.2.3 As Emissões de Gases de Efeito Estufa Associadas ao Uso dos Solos Agrícolas

O uso intensivo da terra com atividades agrícola e pecuária tem provocado o aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO_2), o óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4). As práticas agrícolas também contribuem para a liberação desses gases, bem como para o estoque de carbono dos solos.

Do total mundial de origem antrópica, a agricultura é responsável por cerca de 70% das emissões de N_2O, incluindo culturas agrícolas e a pecuária. A contribuição dos solos cultivados para as emissões de N_2O é devido principalmente aos processos microbiológicos de desnitrificação e de nitrificação. A queima de biomassa constitui outra fonte de emissão de N_2O (IPCC, 2006).

Os manuais de inventários de emissão de GEEs do IPCC (2006, 2007) consideram como emissões diretas de N_2O as que ocorrem por: 1) adição de Fertilizantes Sintéticos aos Solos (FSN) e estercos animais (FAM); 2) cultivo de plantas fixadoras de N_2 (FBN); 3) incorporação no solo de resíduos de colheita (FCR); 4) mineralização de nitrogênio associada ao cultivo de solos orgânicos (FOS). As emissões indiretas de N_2O são calculadas da porção do Nitrogênio adicionado aos solos como fertilizantes e estercos, e também daquela perdida por lixiviação. Incluem-se também emissões de N_2O provenientes dos sistemas de tratamento de dejetos animais, bem como emissões de N_2O diretas e indiretas provenientes da deposição de excretas (fezes e urina) de animais em pastagens.

No mundo, a agricultura vem sendo responsável por cerca de 70% das emissões de N_2O para a atmosfera, o que está relacionado ao aumento das formas inorgânicas de nitrogênio no solo por ação antropogênica (BRASIL, 2010a). A tendência de aumento das concentrações desse gás deve continuar nas próximas décadas, em função do crescente consumo de fertilizantes nitrogenados na agricultura.

No Brasil, de forma geral, o aumento da área plantada, a expansão da fronteira agrícola, o consumo de fertilizantes nitrogenados, bem como o aumento da produção animal foram os principais fatores de pressão para o crescimento das emissões de gases de efeito estufa, especialmente N_2O, de acordo com os registros dos inventários nacionais. O uso de fertilizantes nitrogenados inorgânicos que, em 1990, era de 778 mil toneladas de Nitrogênio aumentou para 2,2 milhões de toneladas em 2005. Conforme apresentado no Relatório de Referência sobre Emissões de N_2O por Solos Agrícolas no Brasil (BRASIL, 2010b), o aumento de áreas cultivadas no País, especialmente com soja e cana-de-açúcar (variação 1990/2005 de 157,2% e de 124,7%, respectivamente), contribuíram para o aumento da quantidade de Nitrogênio nos resíduos agrícolas provenientes dos cultivos temporários e, consequentemente, para o aumento registrado referente ao N_2O em 2005 (Figura 3.19). Com base nos fatores de emissão de gases recomendados pelo IPCC, as crescentes emissões de N_2O estão associadas ao aumento da população de animais, que depositam fezes e urina nos solos durante a pastagem. Parte desse material é aplicada em lavouras como adubo orgânico.

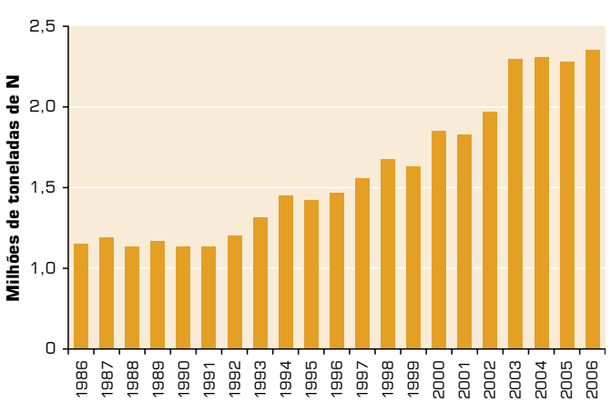


Figura 3.19 Consumo de nitrogênio inorgânico, em toneladas, no Brasil no período de 1986 a 2006.

Fonte: Anda (2010)

O acompanhamento das emissões nacionais de dióxido de carbono, óxido nitroso e metano, registradas nos anos-base de 1990 e de 2005, evidenciam o que está acontecendo no País em termos de emissão dos principais gases de efeito estufa em relação à contribuição dos solos agrícolas para as emissões desses gases.

As emissões de CO_2 do solo foram estimadas em 7.474 Gg, representando aumento de 46,5% em relação às emissões em 1990 (5.103 Gg). As mudanças de uso da terra são as principais fontes de emissão de CO_2 no Brasil (BRASIL, 2010a), correspondendo a 78% em 1990 e 77% em 2005.

De acordo com as estimativas apresentadas na Segunda Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as emissões brasileiras de N_2O atribuídas aos solos agrícolas contribuíram, em 2005, com 457 Gg, representando 83,7% do total das emissões antrópicas de N_2O no País. As emissões tiveram aumento de 43,7% em relação às de 1990 (318 Gg). Do valor total de N_2O emitido pelo setor de solos agrícolas em 2005, 47,5% correspondem às emissões diretas de animais em pastagem, 19,5% a outras emissões diretas, e 33% às emissões indiretas (BRASIL, 2010a).

A Figura 3.20 apresenta a evolução da contribuição de cada setor para as emissões de N_2O no País nos anos de 1990 e 2005, respectivamente.

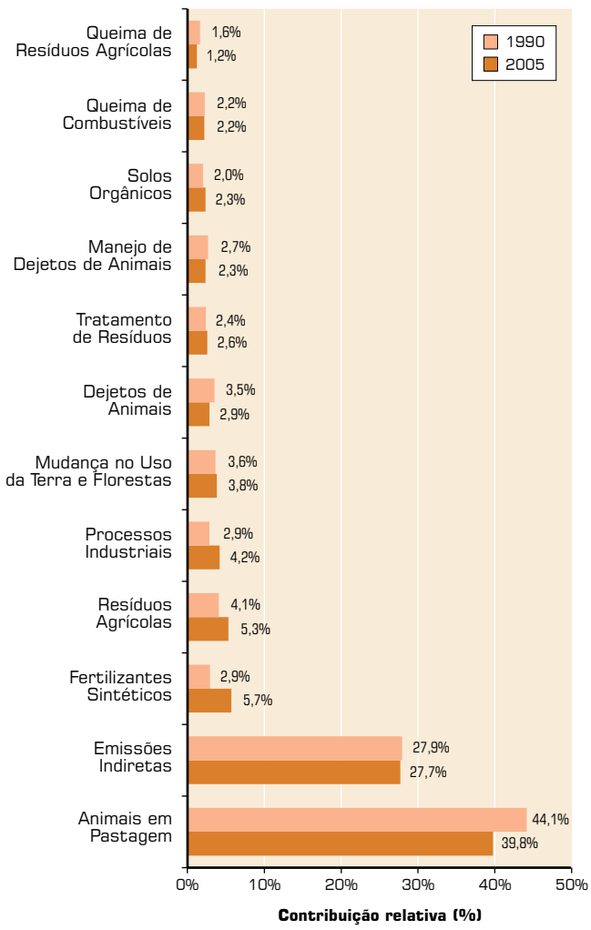


Figura 3.20 Evolução da contribuição dos setores para as emissões de N_2O, em porcentagem, no País (1990-2005).

Fonte: Brasil (2010b)

Em se tratando das emissões de metano (CH_4) atribuídas ao setor agropecuário, estima-se que, em 1990, foram emitidos 9.538 Gg desse gás e, em 2005, o valor emitido aumentou para 12.769 Gg, dos quais 90% corresponderam aos processos de fermentação entérica de ruminantes e não ruminantes, 5,7% a sistemas de manejo de dejetos, 3,3% à produção de arroz por cultivo irrigado por inundação e 1% à queima de resíduos agrícolas. As emissões de CH_4 do setor agropecuário corresponderam a 71% do total emitido desse gás pelo País. Do total de emissões estimadas do setor agropecuário, a fermentação entérica contribuiu com 90%, as emissões provenientes do cultivo de arroz irrigado por inundação contribuíram com apenas 3% do total, o manejo de dejetos animais com 6% e a queima de resíduos agrícolas com 1%. Da totalidade das emissões de metano estimadas para 2005 (BRASIL, 2010b), a fermentação entérica (gado e outros animais) contribuiu com 63% (Figura 3.21).

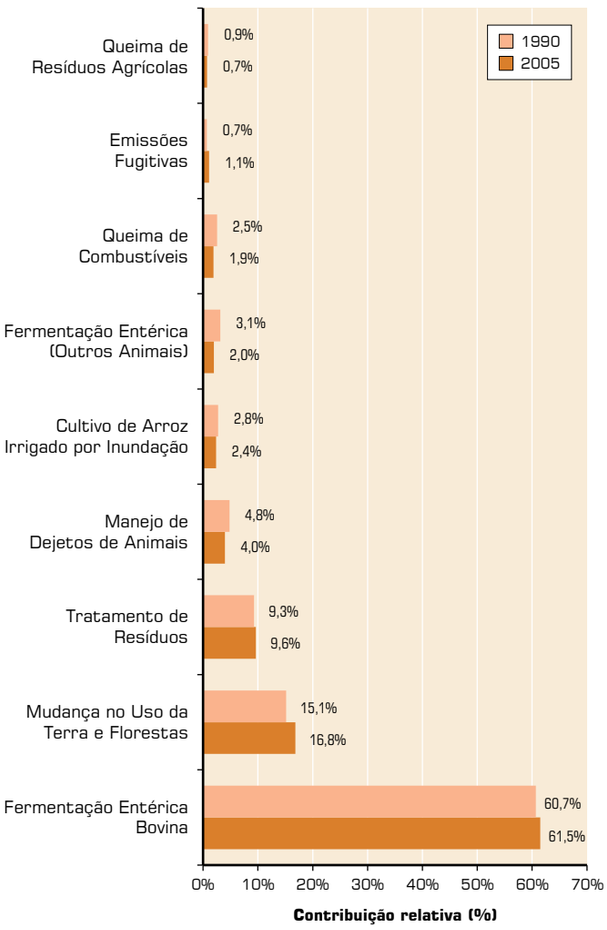


Figura 3.21 Evolução da contribuição dos setores para as emissões de CH_4, em porcentagem, no País em 1990-2005.

Fonte: Brasil (2010b)

A agricultura e a pecuária contribuem com aproximadamente 20% das emissões totais de gases de efeito estufa. A constante expansão de novas áreas de agricultura e de pecuária pressiona a conversão de áreas nativas em áreas economicamente produtivas, o que torna a mudança do uso da terra em uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa. Entre as estratégias para a redução de emissões de GEEs estão a diminuição da queima de combustíveis fósseis, a redução do desflorestamento e de incêndios florestais e o adequado manejo do solo para a maximização do sequestro de carbono.

3.2.4 O Uso de Agrotóxicos no Brasil

A Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, define como agrotóxicos e afins os produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas, e outros ecossistemas e ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade é alterar a composição

da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como de substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

As vendas anuais de agrotóxicos e afins no Brasil, entre 2000 e 2010, tiveram crescimento de 136,7%, caracterizando o País como o segundo maior mercado consumidor mundial. Entre 2000 e 2005, a quantidade de produtos formulados comercializados expressa em termos de ingredientes ativos (IA) sofreu acréscimo de 27,16%, passando de 162.461,96 para 206.591,75 toneladas, e um incremento de 86,12% entre 2005 e 2010, ao atingir 384.504,28 toneladas.

A Figura 3.22 apresenta a distribuição dos valores referentes à comercialização desses produtos por Unidade da Federação nos anos 2000, 2005 e 2010, indicando a ocorrência de crescimento mais acentuado na Região Centro-Sul, com destaque para os Estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Goiás, conforme dados disponibilizados no Sistema de Relatórios Semestrais de Produtos Agrotóxicos e Afins.

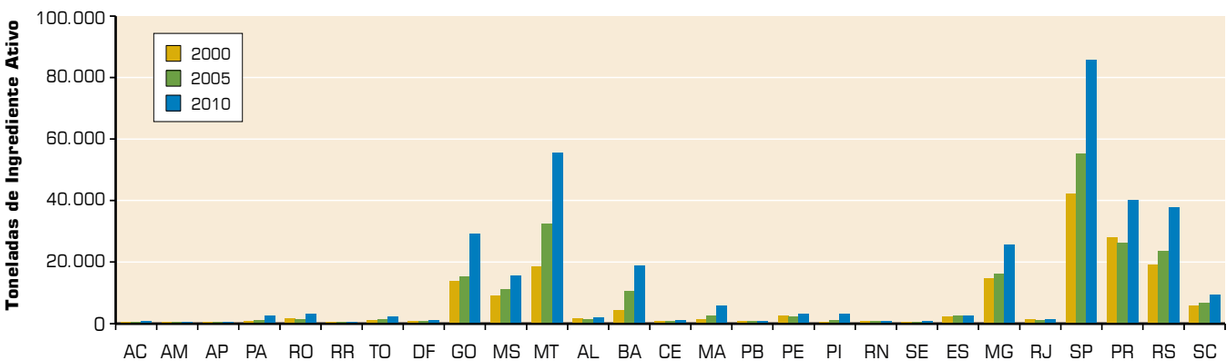


Figura 3.22 Distribuição da comercialização de agrotóxicos e afins por Unidade da Federação (2000-2010).
Fonte: Ibama (11/2011)

De acordo com o IBGE (2011b), a área plantada referente a 35 culturas de maior expressão econômica cresceu 5,04%, no período de 2005 a 2010, passando de 63,45 para 66,65 milhões de hectares, enquanto a produção correspondente saltou de 604,62 para 939,35 milhões de toneladas, representando crescimento de 55,36%. Nesse contexto, a média geral anual de consumo de agrotóxicos, por unidade de área cultivada, passou de 3,25 para 5,08 kg de ingrediente ativo por hectare, entre 2005 e 2010, enquanto a proporção entre quantidade de agrotóxicos e produção agrícola, na média geral, mostrou-se quase inalterada no mesmo período. Em 2005, era de 0,34 kg de ingrediente ativo (IA) para cada tonelada de produto colhido e em 2010 correspondeu a 0,36 kg de IA/ton.

Esses índices expressam valores médios referentes ao consumo de agrotóxicos, porém há uma grande variação da intensidade de uso desses produtos. De modo geral, em atividades agrícolas tradicionais esses produtos são empregados em menor escala do que em atividades de agricultura intensiva. Segundo a Embrapa (1998), algumas culturas, embora ocupem áreas relativamente menores que outras, recebem mais agrotóxicos por unidade de área cultivada, como as de tomate (52,5 kg/ha) e batata (28,8 kg/ha). Outras ocupam extensas áreas cultivadas, porém com menor consumo por unidade de área cultivada, tal como a cana-de-açúcar (2,0 kg/ha).

No Brasil, o registro dos agrotóxicos e afins é realizado mediante a avaliação e aprovação dos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde, meio ambiente e agricultura, que têm por finalidade verificar a eficiência do produto para as indicações de uso apontadas pelo requerente do registro, especialmente a análise da periculosidade e dos potenciais danos à saúde humana e ao meio ambiente, além do estabelecimento de proibições, restrições e recomendações necessárias. Não sendo identificada nenhuma característica proibitiva à concessão de registro, a avaliação do potencial de periculosidade ambiental, fundamentada em um conjunto de estudos, dados e informações técnicas, resulta na classificação desses produtos em uma das seguintes classes: Classe I: altamente perigoso; Classe II: muito perigoso; Classe III: perigoso; e Classe IV: pouco perigoso.

A Figura 3.23 mostra a distribuição de produtos, segundo a classe de periculosidade ambiental, de acordo com a comercialização de agrotóxicos, em 2009 e 2010, revelando que os de Classes III e IV corresponderam a 61% das vendas em 2009 e 72% nas vendas em 2010.

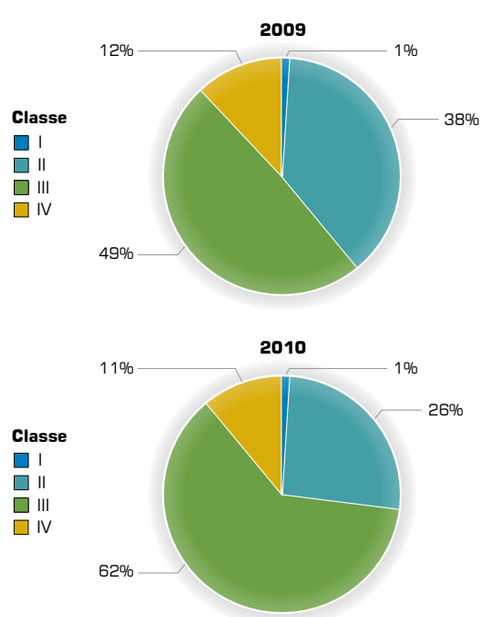


Figura 3.23 Comercialização de produtos por classe ambiental em 2009 e 2010.
Fonte: Ibama

Os riscos de ocorrência de contaminação ambiental, intoxicação de trabalhadores e de contaminação de alimentos crescem de forma diretamente proporcional à intensificação do uso e ao grau de periculosidade dos produtos utilizados. Além disso, maiores riscos de ocorrência de efeitos nocivos certamente ocorrem quando o uso de um agrotóxico se dá de forma incorreta diante das recomendações técnicas e de segurança que acompanham o produto.

Segundo a Resolução Conama nº 420, de 28/12/2009, contaminação de solo, ar ou água é definida como a presença de uma ou mais substâncias químicas, decorrente de atividade antrópica, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atuais ou pretendidos, definidos com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico. Para efeito de determinação da ocorrência de contaminação de solos por substâncias químicas são estabelecidos critérios e valores orientadores de qualidade.

As últimas estatísticas nacionais sobre contaminações ambientais por agrotóxicos datam de 2002 e resultaram da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic) realizada pelo IBGE (2002), que demonstra que dos 5.560 municípios brasileiros consultados, 16,2% (901) indicaram que a poluição da água provocada por agrotóxico ou fertilizante era um problema. Na Bacia Costeira do Sul, 31% dos municípios registraram poluição da água por agrotóxicos e nas bacias do Rio da Prata e Costeira do Sudeste, a proporção foi de 19%.

Em termos de contaminação de solo por uso de agrotóxicos e fertilizantes, o Munic 2002 apontou que 20,7% (1.152) dos municípios declaram-se afetados por esse problema. De acordo com esse estudo, entre os estados, a maior proporção de municípios com contaminação foi verificada em Santa Catarina (56%), no outro extremo, Amapá e o Piauí registraram as menores proporções, ambos com 2%. Já 10,8% (600) dos municípios avaliados afirmaram haver ocorrido tanto o problema de poluição da água quanto de contaminação do solo.

Desde meados dos anos de 1980, têm sido ampliadas as práticas que procuram aliar a conservação ambiental e a produção de alimentos em larga escala. Instituições oficiais de pesquisa e de extensão e um importante conjunto de organizações não governamentais buscam formas de reduzir as práticas predadoras.

A destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos tornou-se obrigatória em 2002 quando entrou em vigor a Lei nº 9.974, de 6/6/2000, regulamentada pelo Decreto nº 4.074/02, que determinou responsabilidade para agricultores, canais de distribuição/cooperativas, indústria e Poder Público, quanto ao destino das embalagens após o consumo. O descarte no solo e até em corpos hídricos era uma prática comum entre os agricultores e fonte de contaminação desses recursos ambientais.

Em 2010, entrou em vigor a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10 e o Decreto nº 4.074/10), que determina que o sistema de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos, seus resíduos e embalagens continuem a seguir o disposto na Lei nº 7.802 e no Decreto nº 4.074, ampliando para outros setores as responsabilidades quanto à destinação correta de seus resíduos.

De acordo com o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos (Inpev), pertencente a um consórcio de fabricantes de agrotóxicos que atua na logística reversa das embalagens obrigatória por lei, as embalagens de agrotóxicos vêm sendo recolhidas por empresas do setor, que cuidam da destinação final. O total de embalagens vazias que receberam destinação adequada aumenta a cada ano. De 2002 a 2010, 168 mil toneladas de embalagens foram retiradas do meio ambiente. Em 2010, 31,2 mil toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos foram retiradas do campo, estimando que 80% do volume total de embalagens colocadas no mercado receberam destinação correta. O Brasil é referência mundial na logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos (INPEV, 2011).



Anderson de Carvalho Soares

3.2.5 Exposição Humana a Solos Contaminados por Substâncias Químicas

A exposição humana à contaminação ambiental por substâncias químicas e resíduos perigosos, especificamente no caso do solo, está vinculada ao modelo e processo do desenvolvimento industrial, desde a extração da matéria-prima (mineração e outros) até o descarte final do produto industrializado. Soma-se a isso a capacidade reduzida do controle das restrições legais sobre a mineração, extração e instalações industriais, seus métodos de tratamento e locais de disposição final de resíduos perigosos, muitas vezes clandestinos e abandonados, e a ocupação inadvertida de populações em áreas contaminadas.

O Ministério da Saúde, em conjunto com os estados e municípios, deu início, em 2004, ao registro das áreas contaminadas no Brasil visando estabelecer ações de vigilância em saúde ambiental. Nesse sentido, no período de 2004 a 2010, foram cadastradas mais de 5.900 áreas com estimativa de mais de 12 milhões de pessoas expostas (RODRIGUES, 2011), conforme a Figura 3.24.

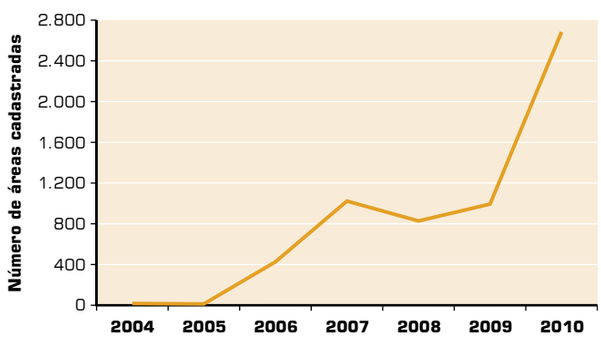
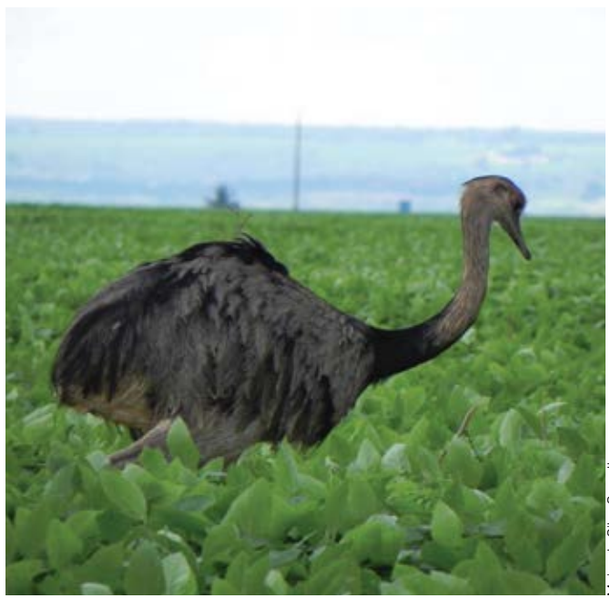


Figura 3.24 Número total de áreas contaminadas cadastradas por ano.

Fonte: Brasil (2007)

As Unidades de Postos de Abastecimento e Serviços (Upas), as Áreas de Disposição de Resíduos Urbanos (Adru) e as Áreas Industriais (AI) tiveram destaque nesse período. A classificação das áreas contaminadas a partir da origem da contaminação no período analisado foi de 0,3% (16) na Área Contaminada por Acidente com Produto Perigoso; 0,8% (48) na Área de Mineração; 2,3% (139) na Área de Disposição de Resíduos Industriais; 3,7% (220) na Área Agrícola; 4,9% (293) nas Áreas de Depósito de Agrotóxicos; 6,3% (381) na Área Desativada; 11,4% (685) nas Áreas de Contaminação Natural; 13,6% (817) na Área Industrial; 21,1% (1.262) na Área de Disposição Final de Resíduos Urbanos; e 35,6% (2.134) classificadas como Unidade de Postos de Abastecimento e Serviços (BRASIL, 2007).

A abordagem sobre contaminação de solos e seus impactos na saúde faz parte do processo e dos modelos de vigilância em saúde, que são variados de acordo com o tipo de contaminação, a dinâmica e a mobilidade dos contaminantes no solo, suas rotas e formas de contato com a população humana, e diferentes formas de expressão dos efeitos no meio ambiente e na saúde da população.



Maira da Silva Servello

O Mercúrio e a Saúde Humana

Episódios de contaminação ambiental e ocupacional por mercúrio e os efeitos tóxicos, sobretudo no sistema nervoso central, com consequências danosas às populações expostas são bem conhecidos há muito tempo. Na Inglaterra, na década de 1950, durante o uso de mercúrio na feltração, foram registrados casos de contaminação dos trabalhadores que apresentaram tremores e distúrbios psiquiátricos (loucura dos chapeleiros).

Quando derramado, o mercúrio infiltra-se rapidamente em reentrâncias e poros de diversos materiais existentes e, dessa forma, dissemina a contaminação no ambiente sem que se perceba a sua presença. O mercúrio é inodoro e por isso pode causar a falsa impressão de que não é prejudicial à saúde. Entretanto, em função da sua nocividade, toxicidade e mutagenicidade, é um produto extremamente perigoso. Essas características tornam o mercúrio um elemento que oferece riscos pela gravidade dos efeitos à saúde e ao ambiente (SALGADO, 2003), pois quando absorvido pela via digestiva (ingestão de alimentos contaminados), o mercúrio metálico penetra no organismo por meio da respiração, passa para o sangue e deposita-se no cérebro, rins, fígado, coração, baço, pâncreas, tireoide, intestinos, medula óssea, glândulas salivares, pituitária, ovários, placenta, testículos, próstata, pele e cabelos (SALGADO, 2003).

A biotransformação do mercúrio inorgânico em metilmercúrio, por bactérias, é o processo responsável pelo elevado nível do metal no ambiente. O metilmercúrio acumula-se em cada passo da cadeia alimentar, chegando a alcançar elevados níveis nos peixes. Portanto, a mudança da forma inorgânica para a metilada é uma etapa crucial do processo de bioacumulação. Ainda que o processo de metilação ocorra principalmente nos sedimentos de águas doces e nos oceanos, há que se considerar o acúmulo desse contaminante em todos os compartimentos ambientais. As reações químicas do mercúrio são comuns no meio ambiente e em cada ecossistema acaba por encontrar seu estado de equilíbrio. Entretanto, a metilação é a mais prevalente e fundamental à bioacumulação (ZAVARIZ, 2002). Ressalta-se, que esse processo, particularmente na Amazônia, é crítico principalmente devido à ação antropogênica de desmatamento, de mineração e de queimadas que expõem o mercúrio do solo, potencializando sua mobilização.

No Brasil, não há extração primária de mercúrio. O consumo do metal no País é oriundo de importação, cujo controle da produção secundária e do processo de reciclagem do mercúrio, feito anualmente pelas indústrias metalúrgicas, é de competência do Ibama, no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais (CTF).

As Figuras A e B demonstram, respectivamente, a evolução da importação de mercúrio metálico e os principais destinos do metal no País.

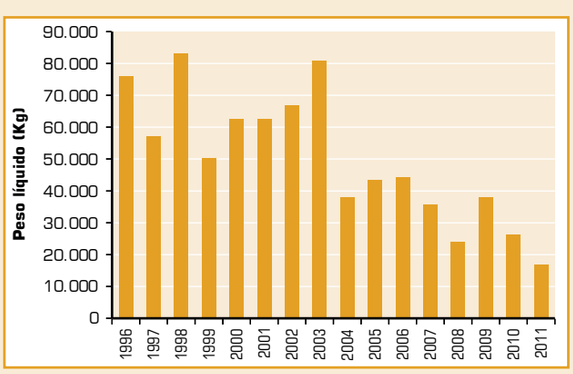


Figura A Evolução da importação brasileira de mercúrio metálico (1996-2011).

Fonte: MDIC e Ibama

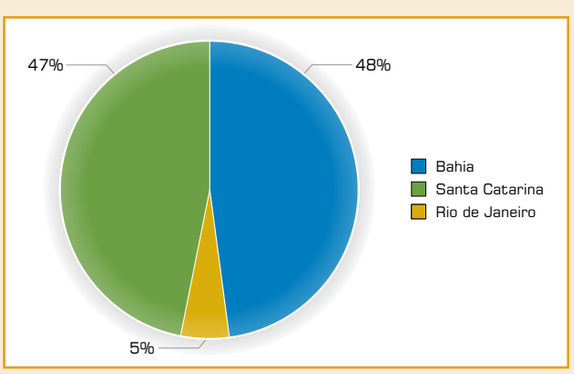


Figura B Principais destinos do mercúrio metálico no Brasil.

Fonte: MDIC e Ibama

3.3 Gestão Ambiental Territorial e a Emergência do Planejamento Ambiental Territorial

A visão estratégica do território nacional é essencial para a articulação política voltada às metas de crescimento econômico e de combate à desigualdade social, aliada à conservação dos recursos naturais. Assim, deve haver não apenas uma conexão entre a elaboração e a execução de um plano nacional e de planos de desenvolvimento regional e planejamento territorial, pela União, e de planos locais (planos diretores) pelos municípios, mas em relação à atuação dos entes federados na proteção do meio ambiente e na promoção do desenvolvimento e da integração social.

No Brasil, essa visão estratégica tem como elemento central uma preocupação com a retomada do território enquanto quadro ativo de integração do arcabouço produtivo, social e ambiental. Ao se estabelecer o território como base das demandas sociais, busca-se superar a visão setorial e tornar mais fácil a compreensão das causas dos problemas a serem enfrentados e a priorização das ações a serem implementadas. De fato, diante das tendências e limitações vigentes, a construção de uma política de desenvolvimento regional e de planejamento ambiental territorial configura-se, acima de tudo, como enorme desafio. Em um quadro de fortes disputas por recursos limitados, o papel regulador do Estado e a capacidade de governança como articulação de atores e ações passam a ter importância estratégica.

No âmbito do Ministério da Integração Nacional, entre outras ações, está em curso a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR)[1]. Em sintonia com os eixos centrais da estratégia de desenvolvimento do País, a PNDR tem como objetivo reduzir as desigualdades regionais e ativar os potenciais de desenvolvimento das regiões brasileiras. Por um lado, diante das pressões dos setores produtivos, os limitados investimentos governamentais tendem a ser priorizados em lugares e regiões já desenvolvidos e naturalmente mais atrativos do ponto de vista da rentabilidade dos investimentos, o que gera um ciclo virtuoso de prosperidade econômica localizada. Por outro, as áreas economicamente deprimidas e com pouca atratividade para investimentos não conseguem, somente pelos mecanismos de mercado, superar o ciclo vicioso da pobreza em que se encontram, o que acentua as disparidades regionais. A ação do Estado brasileiro não está conseguindo ser eficiente na busca pela correção das distorções e do equilíbrio no desenvolvimento territorial.

Dessa forma, a PNDR apresenta como foco a dinamização das regiões e a melhor distribuição das atividades produtivas no território, de modo a aumentar o grau de coesão do desenvolvimento entre as regiões, potencializando a diversidade das forças produtivas e incorporando novos agentes econômicos com a formação de um mercado de massa dinamizador do mercado interno.

Dessa forma, o planejamento ambiental territorial apresenta relações essenciais não somente com o desenvolvimento regional, mas também com o desenvolvimento do País, de forma mais ampla.

3.3.1 A Importância do Zoneamento Ecológico-Econômico

Nesse contexto, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente regulamentado pelo Decreto nº 4.297/2002, tem sido utilizado pelo Poder Público em projetos realizados em diversas escalas de trabalho e em frações do território nacional[2]. Municípios, Estados da Federação e órgãos federais têm executado ZEEs e avançado na conexão entre os produtos gerados e os instrumentos de políticas públicas, com o objetivo de efetivar ações de planejamento ambiental territorial (Figura 3.25).

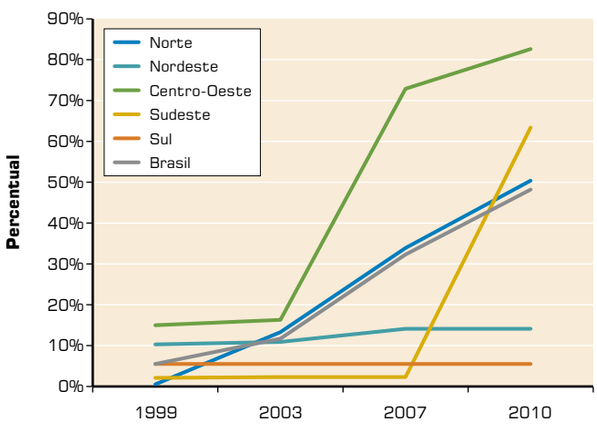


Figura 3.25 Evolução da superfície do território nacional e de suas regiões, com diretrizes de uso e ocupação do território, elaboradas a partir do ZEE entre 1999 e 2010.

Fonte: MMA

O ZEE opera integrando e promovendo sinergias entre os distintos instrumentos associados às políticas territoriais, notadamente as que mais diretamente impactam as formas de uso e ocupação do território. Ao estabelecer diretrizes, estratégias e recomendações de uso e ocupação do território e de seus recursos naturais, o ZEE busca superar a dicotomia entre desenvolvimento e conservação do meio ambiente. Para alcançar esse objetivo, além de uma sólida base técnica, o zoneamento constitui-se em processo de negociação e construção de pactos entre agentes públicos e privados, tendo em vista a necessidade de legitimação de seus resultados.

Um exemplo recente do alcance dessa abordagem integrada e sintonizada com os grandes temas da sociedade resultou dos esforços do Governo federal em induzir a produção sustentável de biocombustíveis no País. Considerada prioridade nacional, a estratégia de expansão da produção de biocombustíveis foi estabelecida a partir da realização dos Zoneamentos Agroecológicos (ZAE) da cana-de-açúcar e

[1] A proposta da PNDR, apresentada em 2003, era parte integrante de uma estratégia mais ampla que previa, também, a criação da Sudam, Sudene e Sudeco, a criação de um Fundo Nacional de Desenvolvimento Regional (FNDR) e o redesenho dos programas regionais sob gestão do Ministério da Integração Nacional. Tratava-se, portanto, de recuperar a dimensão nacional da questão regional brasileira e de empreender medidas que fossem capazes de enfrentá-la por meio de mudanças estruturantes.

[2] A Carta de Cuiabá, por exemplo, assinada pelos governadores do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, no dia 8 de agosto de 2008, durante o II Fórum de Governadores da Amazônia Legal, destaca, entre as agendas prioritárias para a região, "a importância do Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento estratégico para o planejamento e a integração regional, considerando que a conclusão dos ZEEs estaduais e do Macrozoneamento da Amazônia é prioritária e deverá ser alcançada mediante cooperação técnica e financeira entre os Estados e a União".

da palma-de-óleo (dendê), à luz das diretrizes de uso e ocupação previamente estabelecidas pelo ZEE. O ZAE, como sugere o nome, é um instrumento da Política Agrícola, operada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, enquanto o ZEE se circunscreve nas competências do MMA. Pelo fato de o ZEE apresentar uma visão mais ampla do conjunto das atividades, potencialidades e limites produtivos dos ecossistemas, o ZAE das duas culturas somente foi realizado naquelas áreas que o ZEE consignou para usos agrícolas.

Em conformidade com o pacto federativo e com o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), o ZEE é executado de forma descentralizada e compartilhada entre a União, os estados e os municípios. Em âmbito federal, os desafios associados ao zoneamento ecológico-econômico não poderiam ser enfrentados sem a existência e atuação do Consórcio ZEE Brasil, composto por instituições públicas (Ibama, ANA, Codevasf, Inpe, Petrobras, Ipea, IBGE, Embrapa, CPRM, Incra, Inpa, Sudam, MMA, Sipam) com capacidade instalada e experiência acumulada, que atua tanto na frente de cooperação com os estados quanto nas ações de ZEE a cargo do Governo federal. Além disso, como instância política responsável por planejar, coordenar, acompanhar e avaliar a execução dos trabalhos foi instituída a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional (CCZEE), que se reúne periodicamente e da qual fazem parte 14 ministérios.



Emília Goulart de Oliveira

Considerando a centralidade da Amazônia Legal nas questões relacionadas à gestão racional dos recursos naturais, sobretudo em um contexto de crescente preocupação com os possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas, o Governo federal concluiu, recentemente, o Macrozoneamento da Amazônia Legal, instituído pelo Decreto nº 7.378/2010, que tem como objetivo principal apontar grandes estratégias para viabilizar ações que promovam a transição para a sustentabilidade, em alternativa ao atual modelo baseado na expansão da fronteira agropecuária. Tal objetivo, ainda que direcionado a subsidiar, primordialmente, os programas, planos e políticas do Governo federal com capilaridade na região, precisa estar articulado com as escalas mais locais, a partir da preocupação de que as estratégias definidas pelo macrozoneamento devam ser compatíveis com as diretrizes dos ZEEs dos estados da região, cuja elaboração, em grande parte, ocorreu em momento anterior ao do macrozoneamento.

Conforme mencionado, o Governo federal tem priorizado a realização do ZEE em regiões que apresentam maior grau de conflitos e problemas socioambientais. Nesse sentido, para além das iniciativas voltadas à Amazônia Legal, tem adquirido cada vez mais importância o fortalecimento das ações de ordenamento territorial no bioma Cerrado, com seus índices de desmatamento bastante superiores aos da Amazônia. Atualmente, está sendo discutindo o referencial conceitual, a metodologia e o arranjo institucional para a construção do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Cerrado, o que permitirá a formulação de estratégias de planejamento ambiental territorial a partir de uma abordagem mais estratégica da realidade.

Assim, ao mesmo tempo que se discute os procedimentos para a elaboração do Macrozoneamento do Bioma Cerrado, conforme previsto no Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado, o Governo federal tem fortalecido a cooperação técnica e financeira com os demais estados brasileiros, viabilizando a execução de projetos de ZEE em escalas regional, estadual e local.

Contudo, a conciliação dos objetivos do desenvolvimento com os da preservação ambiental requer ainda uma profunda reformulação do modo e dos meios aplicados nos processos de decisão dos agentes públicos e privados. Não basta estabelecer um rigoroso planejamento territorial, concebido segundo os objetivos da preservação ambiental, do desenvolvimento econômico e da justiça social, se isso não for acompanhado da criação e do fortalecimento de novas condições institucionais e financeiras que concorram para sua implementação, com uma integração horizontal, vertical e temporal das diversas ações que atuam em um território.

3.3.2 Políticas Públicas para o Desenvolvimento Rural Sustentável

Estima-se que ao longo das duas últimas décadas, do total de 278 milhões de hectares ocupado pelo setor agropecuário, cerca de 83 milhões não estão em conformidade com a legislação ambiental. O Brasil, com 850 milhões de hectares, apresenta 537 milhões de hectares com vegetação natural preservada. Excluindo 170 milhões de hectares das unidades de conservação e das terras indígenas, aproximadamente 367 milhões estão em áreas privadas. Do total de 103 milhões de hectares de APPs existentes, 59 milhões permanecem com vegetação natural, tendo um déficit de 44 milhões de hectares. As perdas estariam divididas de forma uniforme em todas as regiões. Já o total de área de Reserva Legal é de 254 milhões de hectares, sendo calculado um déficit de cobertura dessas reservas de 43 milhões de hectares (SPAROVEK et al., 2011).

O Programa de Apoio à Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais (Programa Mais Ambiente), instituído pelo Decreto nº 7.029/2009, visa estimular os agricultores tanto patronais como familiares a promoverem a recuperação de áreas degradadas de APP e de Reserva Legal de suas propriedades ou posses, criando mecanismos de suspensão e conversão de multas lavradas pelo Ibama, com base nos arts. 43, 48, 51 e 55, do Decreto nº 6.514/2008, em projetos de recuperação. Assim, estima-se que a recuperação desse passivo, além de restaurar as funções ambientais dessas áreas, poderá tornar o Programa Mais Ambiente eficiente, inclusive para o sequestro de carbono.

A política de crédito, apontada como uma das variáveis responsáveis por induzir ao desmatamento, vem criando mecanismos para reorientar o curso desse processo, implantando instrumentos e condicionantes ambientais na análise dos projetos de investimento. O Protocolo Verde, firmado em

1995 pelos bancos públicos (Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Banco da Amazônia, Banco do Nordeste do Brasil e Financiadora de Estudos e Projetos), incorporou critérios socioambientais ao processo de análise e concessão de crédito para projetos de investimentos, considerando a magnitude de seus impactos e riscos, e a necessidade de medidas mitigadoras e compensatórias. Alternativamente, buscou-se também ampliar o papel governamental de estímulos à adoção de práticas sustentáveis, como é o caso da Lei nº 11.775/2008 que criou linha de crédito dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte, Nordeste e Centro-Oeste para promover a regularização e recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente.

Algumas ações mais destacadas são: a Moratória da Soja, que impede a comercialização de soja oriunda de áreas desmatadas recentemente, desenvolvida pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove); o Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável (GTPS), para a adoção de práticas sustentáveis na cadeia produtiva da pecuária; o Programa Madeira Legal, para a utilização de madeira legal na construção civil, implementado pela Caixa Econômica Federal em parceria com o MMA e o Ibama; a Campanha Carne Legal, para promover a regularização ambiental dos imóveis rurais fornecedores de carne para os frigoríficos instalados na Amazônia, desenvolvida pelo Ministério Público Federal do Pará.

Referências

ABRAMOVAY, R. **Agricultura familiar**. 2011. Entrevista concedida ao Grupo de Interesse em Pesquisa para Agricultura Familiar. Disponível em: <http://realitydreams4you.blogspot.colm/2011/11/agricultura-familiar.html>. Acesso em: 10 out. 2011.

AGRA, N. G.; SANTOS, R. F. dos. **Agricultura brasileira**: situação atual e perspectivas de desenvolvimento. 2011. Disponível em: <www.gp.usp.br/files/denru_agribrasil.pdf>. Acesso em: 16 set. 2011.

ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos). **Anuários estatísticos da entrega de fertilizantes no Brasil, 1992 a 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.anda.org.br/congresso/palestras/investimentos.pdf>. Acesso em: 05 out. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. Brasília, 2004**.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância Ambiental em Saúde. **Diretrizes para elaboração de protocolos de vigilância e atenção à saúde de populações expostas a solo contaminado**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/diretrizes_elab_prot_de_pop_expostas_a_solo_contam.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, 2010a.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de referência**: emissões de óxido nitroso de solos agrícolas e de manejo de dejetos. Brasília, 2010b.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracaju, MS: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1997. 24 p. (Fundação MS, Informativo Técnico, 01/97).

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Séries históricas relativas às safras 1976/77 a 2009/2010 de área plantada, produtividade e produção**. Brasil - Por Produtos. 2012.Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_06_10_59_00_brasilprodutoseriehist.xls>. Acesso em: 8 ago. 2011.

CONTINI, E.; GASQUES, J. G.; ALVES, E.; BASTOS, E. T. Dinamismo da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 19, Edição Especial 150 anos do Mapa, p. 42-64, jul. 2010.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Projeto impacto ambiental e implicações socioeconômicas da agricultura intensiva em água subterrânea**. Jaguariúna, SP: Embrapa, 1998. 26 p. (Relatório final).

_____. **Plataforma plantio direto**: sistema plantio direto. 2001. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/IntroduçaoHistorico/>. Acesso em: 14 out. 2011.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. [s.l.]: PNUD, 2002.

FREITAS, P. L. de. Harmonia com a Natureza. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro: FGV, fev. 2002. p. 12-17.

FREITAS, P. L. de; MARTIN-NETO, L.; MANZATTO, C. V. Solos: além de tudo, sequestro de carbono. **Revista Agroanalysis,** Fundação Getúlio Vargas, Caderno Especial: Serviços ambientais no negócio agrícola, v. 27, n. 4, abril 2007, p. E15-E16. 2007.

GIRARDI, E. P. **Atlas da questão agrária brasileira**. Presidente Prudente: Unesp, 2008. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/nera/atlas>. Acesso em: 03 ago. 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa de informações básicas municipais – perfil dos Municípios Brasileiros - 2002.** 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/perfilmunic/2002/munic2002.pdf>. Acesso em: 25 out. 2011.

_____. **Censo agropecuário 2006**. 2006a. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2011.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006b. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2011.

_____. **Mapa da cobertura e uso da terra**. Esc. 1:5.000.000. 1. ed. 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/download/geociencias.shtm>. Acesso em: 10 out. 2011.

_____. **Atlas Nacional do Brasil Milton Santos**. 2010b. Disponível em: <http//www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2011.

_____. **Censo 2010**. 2010c. Disponível em: <www.www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2011.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável - 2010**. 2010d. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2011.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola – Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil – setembro de 2011**. 2011a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201109.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2011.

_____. **Séries estatística & Séries históricas**. 2011b. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>. Acesso em: out. 2011.

INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias). **Dados Estatísticos sobre a devolução de embalagens**. 2011. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/estatisticas/br/teEstatisticas.asp>. Acesso em: 5 out. 2011.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In**: DONG, H.; MANGINO, J.; McALLISTER, T, A.; HATFIELD, J. L.; JOHNSON, D. E.; LASSEY, K. R.; LIMA, M. A. de; ROMANOVSKAVA, A. **Chapter 10: Emissions from livestock and manure management.** Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. 2006.

_____. **Summary for policymakers. In:** SOLOMON, S.; QIN D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.).**Climate Change 2007:** the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press, 2007.

LANDERS, J. L.; FREITAS, P. L. de. **Preservação da vegetação nativa nos trópicos brasileiros por incentivos econômicos aos sistemas de integração lavoura x pecuária com plantio direto**. In: SIMPÓSIO SOBRE ECONOMIA E ECOLOGIA, Belém, PA. nov. 2001.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. Cap. 2, p. 13-21. 174 p.

MORTIMORE, M. with contributions from S. Anderson, L. Cotula, J. Davies, K. Faccer, C. Hesse, J. Morton, W. Nyangena, J. Skinner, and C. Wolfangel. **Dryland opportunities:** a new paradigm for people, ecosystems and development, IUCN, Gland, Switzerland; IIED, London, UK and UNDP/DDC, Nairobi, Kenya. 2009. x + 86p.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Text of the United Nation Convention to Combat Desertification**. 2011. Disponível em: <www.unccd.int/convention/text/convention.php>. Acesso em: 10 nov 2011.

RODRIGUES, J. C. Sistema de informação de vigilância em saúde de populações expostas a solo contaminado (Sissolo): uma análise das áreas cadastradas no período de 2004-2010. **Cadernos de Saúde Coletiva.** 2011. (no prelo).

SALGADO, P. E. T. Metais em Alimentos. In: OGA, S. (Ed.). **Fundamentos de Toxicologia.** 2. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

SPADOTTO, C. A. **Agricultura brasileira**: importância, perspectivas e desafios para os profissionais dos setores agrícolas e florestais. 2011. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/354.pdf>.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLULG, I.; BERNDS, G. **Considerações sobre o Código Florestal Brasileiro**. 2011. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/32533526/Consideracoes--Sobre-o-CFlorestal>. Acesso em: 25 out 2011.

ZAVARIZ, C. **Workshop avaliação global do mercúrio** – uma contribuição brasileira ao projeto internacional. São Paulo, 2002.



Sérgio Andreas Schubart

Biodiversidade

CAPÍTULO 4

Equipe Técnica

Coordenação:
Adriana Panhol Bayma – MMA
Andreina D'Ayala Valva – MMA
Giovana Bottura – Ibama
Jailton Dias – Ibama

Redação
Adriana Panhol Bayma – MMA
Alberto Jorge da Rocha Silva – MMA
Alexandre Santos Avelino – Ibama
Andreina D'Ayala Valva – MMA
Antonio Tafuri – MMA
Arnildo Pott – UFMS; INAU
Arthur Sérgio Mouço Valente – JBRJ
Carla Lemos – MMA
Carla Michely Yamaguti Lemos – MMA
Carlos Potiara Ramos de Castro – MMA
Catia Nunes da Cunha – UFMT; INAU
Claudia Maria Calorio – MMA
Claudia Terdiman Schaalmann – SEMA-SP
Christine Strüssmann – UFMT; INAU
Cynthia Peralta de Almeida Prado – Unesp
Daniel Moraes de Freitas – Ibama
Dilma Lúcia Resende Carvalho – MMA
Florian Wittmann – Instituto Max Planck
Geraldo Damasceno Junior – UFMS; INAU
Gláucia Zerbini – MMA
Guilherme Fernando Gomes Déstro – Ibama
Gustavo Martinelli – JBRJ
Helen Gurgel – UnB
Helio Jorge da Cunha – MMA
Henry Philippe Ibanez de Novion – MMA
Issamar Meguerditchian – Instituto Chico Mendes
Jailton Dias – Ibama
José Dias Neto – Ibama
Júlio César Gomes Pinho – MMA
Jury Patrícia Mendes Seino – Ibama
Keila Elizabeth Macfadem Juarez – MMA
Larissa Cassia Ribeiro da Cruz Godoy – MMA
Leandro Dênis Battirola – UFMT
Liliana Piatti - INAU
Lindalva Ferreira Cavalcanti – Instituto Chico Mendes
Luiz Carlos Balcewicz – MMA
Marcia Chame – Fiocruz
Maria Teresa Fernandez Piedade – Inpa
Maria Tereza Barros Viana – Ibama
Marina Faria do Amaral – MMA
Marinêz Isaac Marques – UFMT; INAU
Maristela Felix de Lima – Instituto Chico Mendes
Matheus Andreozzi – MMA
Miguel D'Ávila de Moraes – JBRJ
Natália von Gal Milanezi – Ibama
Paulo D'Andrea – Fiocruz
Raquel Monti Sabaini – Ibama
Ricardo Alexandre Kawashita Ribeiro – UFMT
Ricardo Bomfim Machado – UnB
Rita de Cássia Surrage de Medeiros – Instituto Chico Mendes
Roberto Cabral Borges – Ibama
Roberto de Moraes Lima Silveira – UFMT; INAU
Roberto Ribas Galluti – MMA
Roberto Ricardo Vizentin – MMA
Rodrigo Antônio de Souza – Ibama
Simoni Loverde – UFMT
Tainan Messina – JBRJ
Ugo Eichler Vercillo – Instituto Chico Mendes
Vali Joana Pott – UFMS; INAU
Vanda Lúcia Ferreira – UFMT; INAU
Vivian Beck Pombo – MMA
Wolfgang Johannes Junk – INAU

Colaboração
Alberto Biriba dos Santos – Ibama
Amanda Galvão – Instituto Chico Mendes
Ana Lúcia Costa de Oliveira Galvão – Instituto Chico Mendes
Braulio Ferreira de Souza Dias – MMA
Carolina Cerqueira – Instituto Chico Mendes
Estevão Carino – Instituto Chico Mendes
Fátima Becker Guedes – MMA
Fátima Pires – Instituto Chico Mendes
George Porto Ferreira – Ibama
Iona'i Ossami de Moura – MMA
Maria Izabel Soares Gomes da Silva – Ibama
Mayra Pereira de Melo Amboni – Ibama
Nadinni Oliveira de Matos Sousa – MMA
Pedro Eymard Camelo Melo – Instituto Chico Mendes
Roberta Graf – Ibama
Roberto Rodrigues Suarez – MMA
Rosana Subirá – Instituto Chico Mendes

Conteúdo

Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira
- A Biodiversidade em Números
- Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros
- Áreas Cársticas
- Zonas Úmidas
- Manguezais
- Recifes de Coral
- Recursos Genéticos

Ameaças à Biodiversidade
- Perda de Hábitat, Fragmentação e Deterioração de Ecossistemas
- Alteração na Estrutura dos Ecossistemas, das Comunidades e das Populações
- Espécies Ameaçadas da Biodiversidade

Gestão e Uso da Biodiversidade
- Unidades de Conservação da Natureza
- Unidades de Conservação Não Cadastradas no Cnuc
- Implementação das Unidades de Conservação
- Outras Áreas Protegidas
- Áreas Protegidas e Cavidades Naturais Subterrâneas
- Planos de Ação para a Conservação de Espécies e Ecossistemas
- Mecanismos Financeiros e Benefícios da Conservação da Biodiversidade
- Regulação do Uso da Fauna

Políticas Públicas para a Biodiversidade
- Revisão e Atualização da Estratégia Brasileira da Biodiversidade
- Aumento da Repartição dos Benefícios da Biodiversidade pelo seu Uso
- Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade Brasileira

4 Biodiversidade

O Brasil, reconhecido pela sua megabiodiversidade, possui a maior cobertura de florestas tropicais e a mais rica flora do mundo, e abriga uma fauna igualmente importante. Aliado a outros 16 países que detêm mais de 70% da biodiversidade do planeta, o Brasil tem o desafio de conservar e proteger essa biodiversidade.

São grandes as responsabilidades do País com tamanho patrimônio natural: a Mata Atlântica e o Cerrado, conhecidos hotspots de biodiversidade (área com alta biodiversidade, alto endemismo e alto grau de ameaça); as seis Reservas da Biosfera (modelo de gestão integrada, participativa e sustentável de recursos naturais, reconhecidas pela Unesco, por meio do Programa *The Man and the Biosphere*); 12 ecorregiões prioritárias definidas pelo Global 200 (documento elaborado pela WWF que identifica regiões críticas prioritárias para conservação); 11 sítios Ramsar (proteção de zonas úmidas); quase 1.500 unidades de conservação; além de grande parte da biodiversidade que está, ainda, por conhecer, estudar e conservar, constituem o bônus da natureza para o País.

O maior desafio está em conciliar o desenvolvimento do País, notadamente com os avanços da agricultura e da pecuária sobre as áreas naturais dos diversos biomas, com a proteção e conservação da biodiversidade. Nesse sentido, este Capítulo traz um panorama do conhecimento, das ameaças e da gestão da biodiversidade no Brasil. Inicialmente, foram relatadas as informações disponíveis sobre a biodiversidade brasileira nos seus diversos ecossistemas. Em seguida, as principais ameaças à biodiversidade foram descritas, bem como sua gestão e uso. Por fim, foram apontadas as políticas públicas voltadas para a conservação da biodiversidade brasileira.

4.1 Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira

O Brasil é o principal entre os países detentores de megadiversidade do planeta (MITTERMEIER et al., 1997). Possui a maior cobertura de florestas tropicais, especialmente concentrada na região amazônica (1/3 das florestas tropicais remanescentes no mundo) e abriga cerca de 10% de 1,5 milhão de espécies descritas na Terra, e é considerada a flora mais rica do mundo. Apresenta, também, grande diversidade de paisagens e biomas, com regiões semiáridas como a Caatinga e outras inundadas como o Pantanal. Abriga dunas de areia com geometria única e diversidade de formações florestais como as matas secas do Cerrado, as matas de araucárias do Sul do País e as matas de altitude da Mata Atlântica.

4.1.1 A Biodiversidade em Números

O Brasil apresenta a maior riqueza de espécies de plantas, com 40.982 espécies descritas (FORZZA et al., 2010b), de mamíferos, com 692 espécies descritas (PAGLIA et al., 2010), de anfíbios, com 877 espécies descritas (SEGALLA, 2010), e a maior riqueza de peixes de água doce, que pode chegar a 5.000 espécies (REIS et al., 2003 apud AGOSTINHO et al., 2005). Além do grande número de espécies, apresenta alto grau de endemismo, ou seja, muitas espécies só ocorrem no território brasileiro. Apesar do grande número de espécies descritas no Brasil, muitas ainda são desconhecidas pela ciência.

Em estudo publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira (BRASIL, 2006), foi estimado que o País abriga 13,2% da biota mundial, com aproximadamente 200.000 espécies descritas, número obtido nas informações disponíveis para os grupos taxonômicos melhor conhecidos e catalogados. Aplicada aos grandes grupos taxonômicos, essa proporção resulta em um número total de espécies que varia entre 1.383.600 e 2.394.700. Essa estimativa pode ser ainda maior, considerando que os números para grupos como insetos, bactérias, vírus, fungos e nematoides alcançam níveis elevados de incerteza, pois a diversidade ainda não conhecida para esses grupos pode superar em dez vezes, ou mais, a que conhecemos atualmente (LEWINSOHN; PRADO, 2006). Além disso, muitas regiões no Brasil não foram adequadamente amostradas e, mesmo para os grupos melhor estudados, como os mamíferos, as listas de espécies para diversas localidades são incompletas.

Com relação aos vertebrados, aproximadamente 7.000 espécies são conhecidas no Brasil. Destas, 692 são de mamíferos, de acordo com a segunda revisão da Lista Anotada de Mamíferos do Brasil (PAGLIA et al., 2010). Entre as aves, de acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, são descritas, atualmente, 1.825 espécies no Brasil. Para a herpetofauna, são descritas 875 espécies de anfíbios (SEGALLA et al., 2010) e 721 de répteis (BÉRNILS, 2010). Existem, ainda, 3.277 espécies conhecidas

de peixes ósseos e 155 espécies de peixes cartilaginosos (BUCKUP; MENEZES, 2003).

Segundo o Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica (BRASIL, 2011), entre alguns grupos mais especiosos estão os besouros, com 26.800 espécies, as borboletas, com 26.016 espécies, as aranhas, com 3.203 espécies, os crustáceos, com 1.123 espécies, os moluscos, com 2.713 espécies, e os anelídeos com 1.100 espécies.

O lançamento, em 2010, da versão *on-line* da Lista de Espécies da Flora do Brasil[1] e a publicação do Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (FORZZA et al., 2010a) lista 40.982 espécies da flora brasileira, sendo 3.608 de fungos, 3.495 de algas, 1.521 de briófitas, 1.176 de pteridófitas, 26 de gimnospermas e 31.156 de angiospermas. Na versão de 2011 da Lista de Espécies da Flora do Brasil[2], o total é de 41.285 e atinge apenas 59% a 67% das estimativas recentemente publicadas para plantas e fungos brasileiros, que variam entre 61.710 e 70.208 (LEWINSOHN; PRADO, 2005). Estima-se que a representatividade da flora brasileira esteja entre 15% e 20% da flora mundial (GIULIETTI et al., 2005; LEWINSOHN; PRADO, 2005; SHEPHERD, 2005).

Tabela 4.1 Os 17 países megadiversos ordenados por riqueza de espécies de plantas vasculares.

País	Área (km²)	Total de espécies	Espécies endêmicas	Taxa de endemismo (%)
Brasil(1)	8.514.880	32.488	18.157	56
China	9.598.088	29.650	14.013	47
Indonésia	1.904.570	29.375	13.750	47
México	1.964.380	25.036	11.250	45
Colômbia(1)	1.141.750	24.500	10.500	43
África do Sul(1)	1.219.090	20.407	13.265	65
Estados Unidos	9.632.030	18.737	4.036	22
Peru	1.285.220	18.055	5.676	31
Índia	3.287.260	17.832	6.113	34
Equador	283.560	17.517	4.179	24
Venezuela	912.050	15.820	2.964	19
Austrália	7.741.220	15.638	14.182	91
Malásia	329.740	15.250	3.600	24
Papua Nova Guiné	462.840	14.522	13.250	91
República Dem. Congo	2.344.860	11.004	1.100	10
Madagascar	587.040	9.753	7.250	74
Filipinas	300.000	8.931	3.500	39

Fonte: modificado de Giam et al. (2010); Forzza et al. (2010b)
(1) Os números do Brasil foram atualizados segundo o Catálogo 2011; os da África do Sul, segundo Von Staden et al. (2009) e os da Colômbia, segundo Bernal (2009).



Jailton Dias

A Tabela 4.1 indica que o País possui em seu território o maior número de espécies de plantas vasculares do mundo, estando de 9% a 10% acima do número de espécies indicado para a China e para a Indonésia, os dois mais próximos em megadiversidade. Observa-se que sete dos países megadiversos possuem menos da metade das espécies de plantas vasculares registradas para o Brasil.

Em termos absolutos, o País possui o maior número de espécies de plantas vasculares endêmicas.

No caso das plantas terrestres em geral, as espécies brasileiras perfazem entre 8,8% e 12,8% do total mundial. As proporções dos grupos individuais são geralmente semelhantes, variando entre 8,5% e 11,4% para as briófitas, 9,2% e 13,1% para samambaias e licófitas e entre 7,4% e 13% para as angiospermas. A única exceção encontrada foi as gimnospermas, grupo com maior diversidade em regiões frias e temperadas, no qual as espécies brasileiras contribuem com apenas 1,9% a 3,2% do total mundial.

[1] Cf.: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010
[2] Cf.: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011

Recentemente, o Brasil tem procurado diminuir a falta de conhecimento de suas espécies, como demonstraram Sobral e Stehmann (2009), revelando que foram descritas 2.875 novas espécies de angiospermas para o Brasil entre 1990 e 2006, perfazendo 8% das espécies descritas no mundo nesse período.

Apesar da riqueza total registrada, o Brasil apresenta 19.004 espécies endêmicas, ou seja, uma das maiores taxas de endemismo (56%) do planeta. Levando em conta apenas as plantas vasculares (samambaias e licófitas, gimnospermas e angiospermas), o Brasil é o primeiro do mundo em termos de número total de espécies e de espécies endêmicas.

4.1.1.1 Diversidade de Espécies na Zona Costeira e Marinha

A biodiversidade marinha presente na costa brasileira é ainda relativamente pouco conhecida. No caso de invertebrados bentônicos, registraram-se pouco mais de 1.300 espécies na costa sudeste, com elevado grau de endemismo, porém, muitas regiões e ambientes ainda precisam ser adequadamente inventariados. No caso dos grupos mais bem conhecidos, os peixes somam estimativas entre 750 e 1.209 espécies (se consideradas as espécies estuarinas), cuja diversidade é relativamente uniforme ao longo da costa e apresenta baixo grau de endemismo (AMARAL; JABLONSKI, 2005).

O litoral brasileiro abriga 61 espécies conhecidas de mamíferos. Há registros de 53 espécies de cetáceos e uma de sirênio, além de mais duas espécies de pinípedes residentes e outras que, ocasionalmente, ocorrem em águas brasileiras, quatro das quais inspiram preocupação quanto a sua conservação: a baleia-franca (*Eubalaena australis*), a baleia-jubarte (*Megaptera navaeangliae*), a franciscana ou toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*). Das quatro espécies da ordem Sirenia existentes no mundo, duas ocorrem no Brasil e uma delas é marinha – o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), o mamífero aquático mais ameaçado, com populações residuais não contínuas que habitam de Alagoas ao Amapá e totalizam no máximo algumas centenas de indivíduos. Para os pinípedes, das sete espécies conhecidas para as águas, apenas três são relativamente comuns: o leão-marinho (*Otaria flavescens*), o lobo-marinho-do-sul (*Arctocephalus australis*) e o lobo-marinho-subantártico (*Arctocephalus tropicalis*). Observou-se a presença de um elefante-marinho-do-sul (*Mirounga leonina*) no Arquipélago de Fernando de Noronha, ponto considerado como limite norte de ocorrência dos pinípedes (ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 2006).

Em relação à diversidade de aves, segundo Rossi-Wongtschowski et al. (2006), foram registradas mais de 100 espécies associadas aos sistemas costeiros e marinhos. Dessas espécies, algumas são residentes, outras migrantes oriundas do Hemisfério Norte e de outras regiões mais ao sul do Brasil. Além da ocorrência e reprodução de espécies ameaçadas de extinção como o guará (*Eudocimus ruber*), a Região Norte constitui corredor de migração e invernada de Charadriiformes neárticos e área de reprodução colonial de Ciconiiformes. As ilhas costeiras das regiões Sudeste e Sul são sítios de nidificação do trinta-réis (*Sterna* spp.), da pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*), do tesourão (*Fregata magnificens*), do atobá (*Sula leucogaster*) e do gaivotão (*Larus dominicanus*).

Quanto aos quelônios, das sete espécies de tartarugas marinhas conhecidas no mundo, cinco vivem nas águas brasileiras: tartaruga-cabeçuda ou tartaruga-amarela (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*); tartatura-gigante, tartaruga-negra ou tartatuga-de-couro (*Dermochelys coriacea*); tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-pequena (*Lepidochelys olivacea*). Essas espécies buscam praias do litoral e ilhas oceânicas para a desova, abrigo, alimentação e crescimento. Quanto aos corais, pode-se dizer que das mais de 350 espécies recifais existentes no mundo, pelo menos 20 espécies (corais verdadeiros e hidrocorais) foram registradas para o Brasil, sendo que oito são endêmicas. Outra espécie, *Favia gravida*, ocorre apenas no Brasil e ao largo da África.

Os manguezais abrigam grande diversidade de plantas, artrópodos, moluscos, peixes e aves, totalizando 776 espécies relacionadas. As angiospermas do mangue do litoral pertencem a três gêneros, com um total de seis espécies (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

4.1.1.2 Biodiversidade Aquática Continental

A diversidade biológica dos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros ainda é pouco conhecida. Contudo, sabe-se que a riqueza de espécies é extraordinariamente elevada (AGOSTINHO et al., 2005), especialmente para alguns grupos como algas (10.000 espécies ou 25% da riqueza mundial), poríferos da classe Demospongiae (44 espécies ou 33% da riqueza mundial), anelídeos (74 espécies ou 12% da riqueza mundial), rotíferos (467 espécies ou 25% da riqueza mundial), cnidários da classe Hydrozoa (sete espécies ou 25% da riqueza mundial) e crustáceos das ordens Cladocera (112 espécies ou 20% da riqueza mundial) e Decapoda (116 espécies ou 10% da riqueza mundial em águas doces).



Nicélio Acácio da Silva

A fauna de vertebrados também é altamente diversificada nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros. O País lidera em riqueza de peixes de água doce, possuindo 2.587 espécies catalogadas ou cerca de 20% das espécies continentais do mundo (BUCKUP; MENEZES, 2003), a maioria pertencente às ordens Characiformes (dourados, lambaris, piranhas, pacus, tambaquis, traíras) e Siluriformes (bagres e cascudos). Estima-se que de 30% a 40% da fauna de peixes neotropicais continentais ainda não tenham sido descritas e, assim, um número mais realista para as águas nacionais pode ser de 5.000 espécies (REIS et al., 2003 apud AGOSTINHO et al., 2005). O

número estimado apenas para a região amazônica é de 2.000 espécies (WINEMILLER et al., 2005). Pode-se afirmar a liderança também em riqueza de anfíbios, possuindo 765 espécies (aproximadamente 13% das espécies descritas no mundo), a maioria das quais com estágio obrigatório de sua vida em ambientes aquáticos continentais (SILVANO; SEGALLA, 2005). Os répteis também são bem representados (BERNILS, 2010; VAN DIJK et al., 2011), com seis espécies de crocodilianos (25% da riqueza mundial), 28 espécies de tartarugas aquáticas ou semiaquáticas continentais (13% da riqueza mundial). Há também oito espécies de mamíferos de água doce, representando 23% da riqueza mundial (WILSON; REEDER, 2005).

4.1.2 Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros

A primeira iniciativa de mapeamento da vegetação em âmbito nacional (escala de trabalho 1:250.000, escala de publicação 1:1.000.000) foi realizada entre os anos de 1970 e 1985 pelo Projeto Radambrasil, com base em imagens de radar e em vasto trabalho de campo. Considerando os biomas individualmente, apenas a Amazônia e partes da Mata Atlântica tornaram-se objeto de programas permanentes de monitoramento da evolução da cobertura vegetal, a partir do final da década de 1980, com base na interpretação de imagens do satélite Landsat.

Em 2004, o MMA, por meio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), promoveu o mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros, adotando o recorte estabelecido no Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004) e classificando as tipologias de vegetação de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, do IBGE.



Jailton Dias

Os mapas resultantes foram produzidos com base em imagens do satélite Landsat – obtidas, principalmente, em 2002 – e no mapa de cobertura vegetal produzido pelo IBGE, assim como na análise da situação dos principais tipos de vegetação dentro de cada bioma.

No bioma Amazônia, os dados indicam que o tipo de vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa, que cobre 41,67% da área. A vegetação nativa não florestal (formações pioneiras, refúgios ecológicos, campinarana arbustiva e gramíneo-lenhosa, savana-parque e gramíneo-lenhosa, savana estépica parque e gramíneo-lenhosa) cobre 4,21% do bioma. Já foram alterados por ação humana 12,47% da Floresta Ombrófila Densa. Desses, 2,97% encontram-se em recuperação (vegetação secundária) e 9,50% são ocupados por uso agrícola, com lavouras ou pastagens (Figura 4.1).

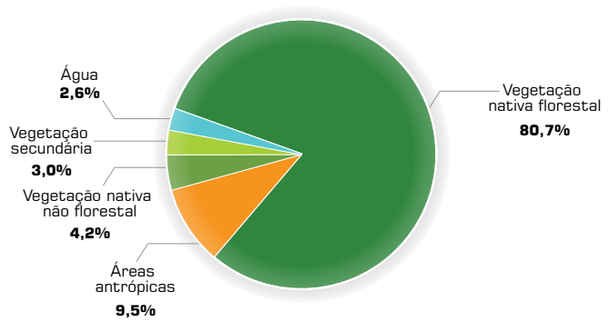


Figura 4.1 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Amazônia (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002).

O bioma Pantanal ainda está bem preservado em comparação a 2002, mantendo 86,77% de sua cobertura vegetal nativa. A vegetação não florestal (savana [Cerrado], savana estépica [Chaco], formações pioneiras e áreas de tensão ecológica ou contatos florísticos [ecótonos e encraves]) é predominante em 81,70% do bioma. Desses, 52,60% são cobertos por savana (Cerrado) e 17,60% são ocupados por áreas de transição ecológica ou ecótonos. Os tipos de vegetação florestal (Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual) representam 5,07% do Pantanal. A maior parte dos 11,54% do bioma alterados por ação humana é utilizada para a criação extensiva de gado em pastos plantados (10,92%); apenas 0,26% é usado para lavouras (Figura 4.2).

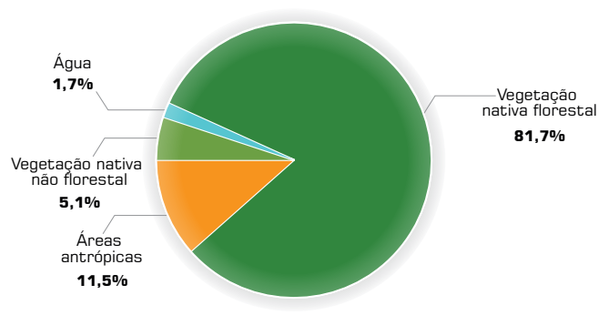


Figura 4.2 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Pantanal (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002).

O bioma Cerrado cobre aproximadamente 22% do território nacional e estende-se aos países vizinhos (Paraguai e Bolívia). A vegetação nativa do Cerrado, em graus variados de conservação, cobria, em 2002, 60,42% do bioma no Brasil. A região fitoecológica predominante é a savana arborizada, que corresponde a 20,42% do bioma, seguida pela savana parque (15,81%). A área coberta pelos diversos tipos de vegetação florestal corresponde a 36,37% do bioma, enquanto a área de vegetação não florestal cobre 23,68% do bioma. A área restante (38,98%) corresponde às áreas com uso antrópico, onde as pastagens cultivadas são a categoria predominante (26,45% do bioma), e à água (Figura 4.3).

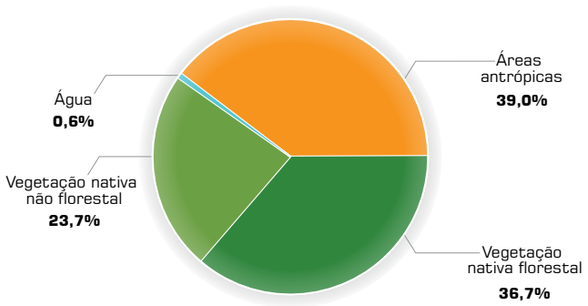


Figura 4.3 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Cerrado (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002).

A Caatinga é o único bioma localizado inteiramente dentro do território nacional e corresponde a aproximadamente 11% do território. Esse bioma Semiárido mantinha, em 2002, aproximadamente, 60% de sua vegetação nativa em graus variados de conservação. A savana estépica predomina em 35,90% do bioma, seguida pelas áreas de transição ecológica (18%) e encraves de fitofisionomias de Cerrado e Mata Atlântica (8,43%) (Figura 4.4).

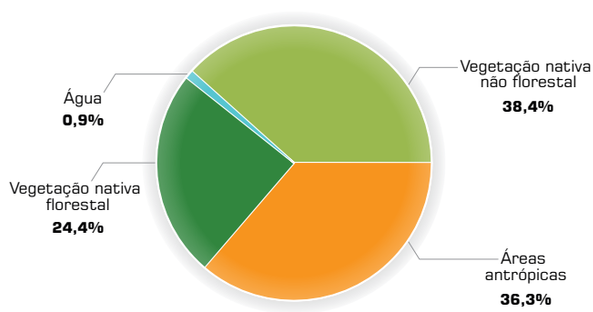


Figura 4.4 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Caatinga (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002)



Jailton Dias

O bioma Mata Atlântica é o mais alterado (70,95%), tendo sido historicamente o primeiro a ser intensivamente explorado e ocupado desde a chegada dos europeus em 1500. A área total coberta por vegetação nativa, em 2002, foi calculada em 26,97%, dos quais 21,80% são compostos por diferentes fisionomias de floresta (Figura 4.5). As Florestas Ombrófilas Densas (9,10%) formam o principal componente florestal do bioma, seguidas das Florestas Estacionais Semideciduais (5,18%). O pior cenário pertence às Florestas Ombrófilas Abertas (com palmeiras), hoje praticamente extintas (0,25% do bioma). Entre os encraves, as savanas gramíneo-lenhosas (Cerrado) são as fisionomias mais representativas (2,69% do bioma).

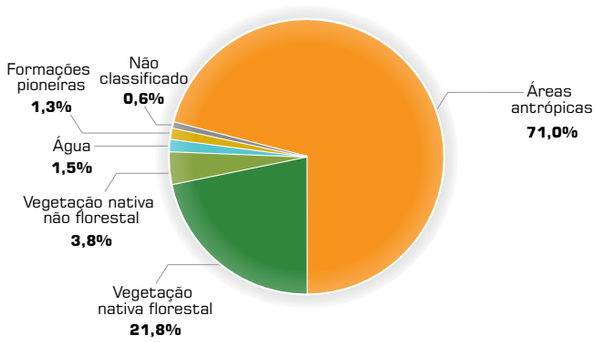


Figura 4.5 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Mata Atlântica (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002).

Como o segundo menor bioma brasileiro (2,10% do território nacional), o Pampa abrange os campos das Missões e da metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, estendendo-se até o Uruguai e a Argentina. Coberto principalmente por formações campestres (23,03%), o Pampa também está severamente modificado pelo uso antrópico (48,70%), particularmente por atividades pecuárias e plantações florestais (Figura 4.6).

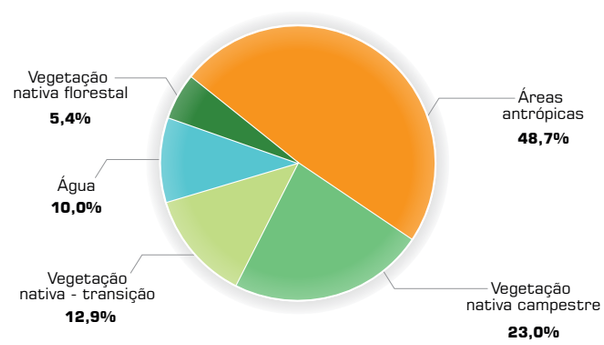


Figura 4.6 Regiões fitoecológicas agrupadas do bioma Pampa (2002).

Fonte: MMA (dados de 2002)



Jailton Dias

Mais recentemente, o Programa de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS), executado por meio de uma cooperação entre o MMA e o Ibama, tem monitorado, sistematicamente, a cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Os dados mais recentes de desmatamento permitiram construir o mapa de cobertura de vegetação natural remanescente dos biomas brasileiros apresentado na Figura 4.7.

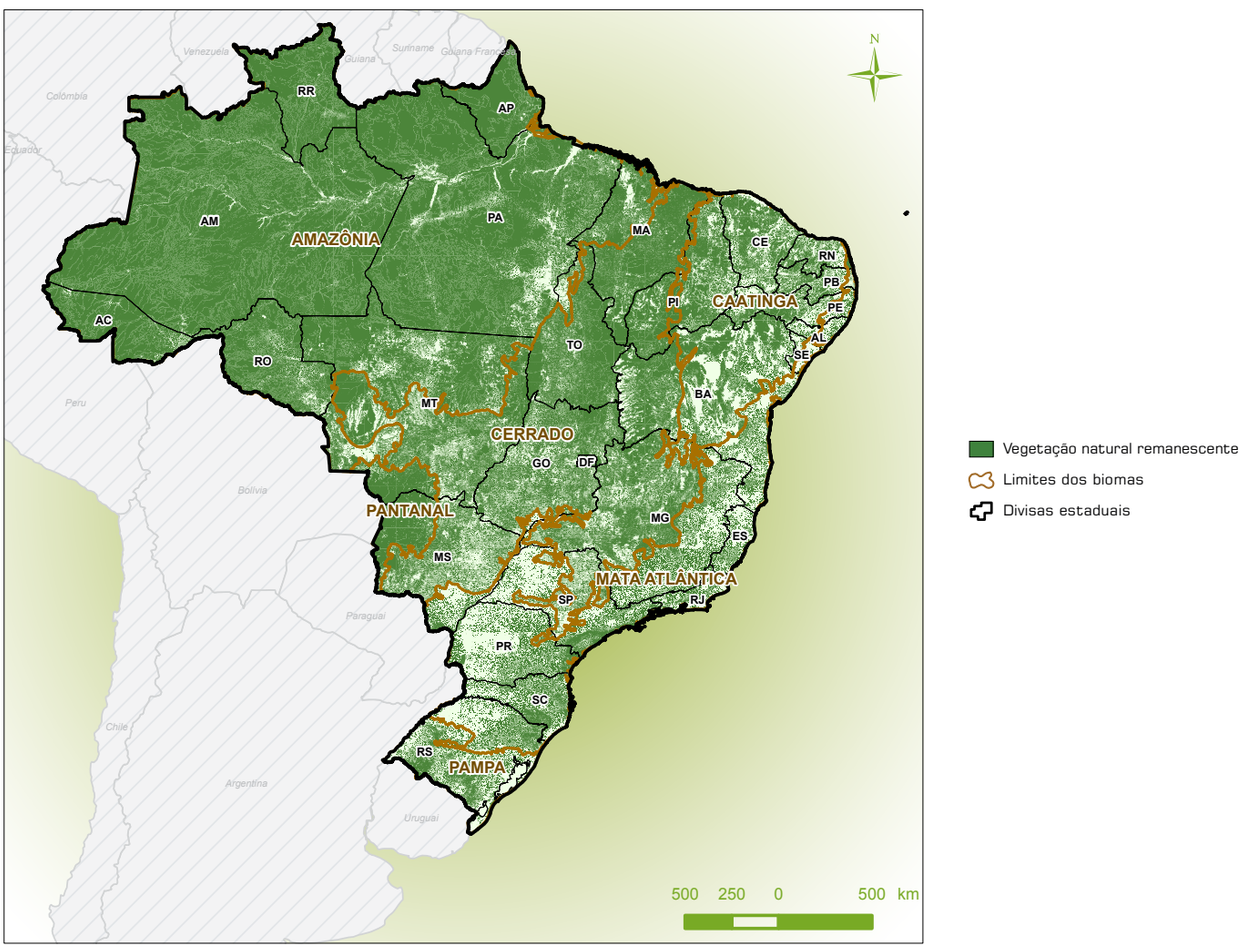


Figura 4.7 Cobertura de vegetação natural dos biomas brasileiros.
Nota: Amazônia: atualizada com dados do Prodes até 2011; Caatinga: dados de 2009; Cerrado: dados de 2010; Mata Atlântica, Pantanal e Pampa: dados de 2008.



Antônio Augusto Aguiar Ferreira

4.1.3 Áreas Cársticas

As cavidades naturais subterrâneas fazem parte de um relevo complexo, conhecido como carste, que é caracterizado por paisagens com feições bastante singulares como vales fechados, dolinas, paredões verticais, grutas, abismos, lapiás, cânions, sumidouros e ressurgência de rios, além de drenagem predominantemente subterrânea (Figura 4.8). Desenvolvidas não somente em rochas carbonáticas (calcário, dolomito), mas também em quartzito, arenito, minério de ferro e canga, entre outras litologias, essas áreas cársticas atribuem ao Brasil grande e valioso patrimônio espeleológico. Na maioria das vezes, estão submetidas a graves problemas ambientais, advindos, principalmente, de conflitos socioeconômicos ocasionados por empreendimentos ou atividades voltados para o uso e ocupação do solo e subsolo, tais como mineração, agricultura, pecuária, obras de infraestrutura e de geração de energia, desmatamentos, expansão urbana, turismo, agrotóxicos e captação de água subterrânea e superficial, entre outros.



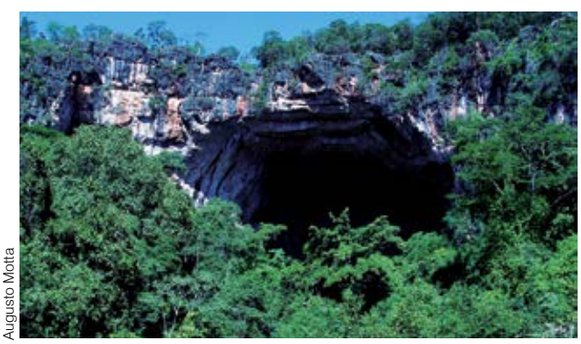
Rodrigo Lopes Ferreira

Região da Serra do Iuiú e Serra do Ramalho (BA).



Rodrigo Lopes Ferreira

Região do Quadrilátero Ferrífero (MG).



Augusto Motta

Parque Estadual de Terra Ronca (GO) - (Lapa da Terra Ronca).



Elvis Pereira Barbosa

APA Gruta dos Brejões, Vereda Romão Gramacho em Morro do Chapéu (BA).



Ana Lúcia de Oliveira Galvão

Parque Municipal da Lagoa Azul em São Desidério (BA).

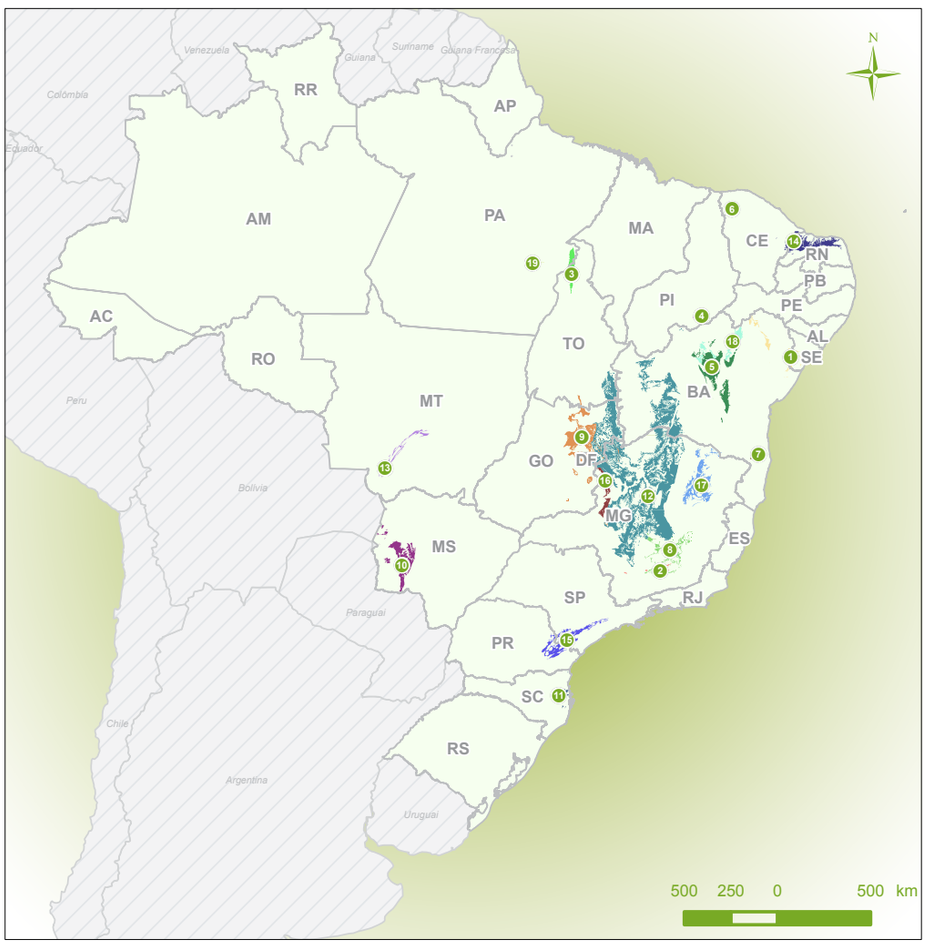


Rodrigo Lopes Ferreira

Região do Circuito das Grutas (MG).

Figura 4.8 Alguns exemplos de paisagens cársticas brasileiras.

Para melhor gerir esse patrimônio e colaborar com os órgãos ambientais licenciadores, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav) publicou, em 2009, o mapa de províncias espeleológicas do Brasil (Figura 4.9), considerando que "a ocupação desordenada dos ambientes cársticos pode ocasionar mudanças rápidas nos regimes hidrológicos superficiais e subterrâneos (desaparecimento de fontes, diminuição na vazão dos cursos d'água, inundações), impermeabilização do solo, vibrações (indução dos acidentes geotécnicos – subsidências e colapso de solo e rocha), poluição rápida do aquífero, entre outros" (VESTENA et al., 2002). Segundo Ferreira et al. (2009), as cavernas brasileiras ainda são pouco estudadas, com pequena fração considerada bem conhecida do ponto de vista ecológico, uma vez que a maioria dos estudos biológicos realizados estão relacionados a simples levantamentos da fauna (Figura 4.10).



Províncias Espeleológicas do Brasil

1 - Supergrupo Canudos
2 - Região Cárstica de São João del Rei
3 - Grupo Xambioá
4 - Grupo Vargem Grande
5 - Grupo Una
6 - Grupo Ubajara
7 - Grupo Rio Pardo
8 - Região Cárstica Quadrilátero Ferrífero
9 - Grupo Paranoá
10 - Grupo Corumbá
11 - Grupo Brusque
12 - Grupo Bambuí
13 - Grupo Araras
14 - Grupo Apodi
15 - Grupo Açungui
16 - Formação Vazante
17 - Formação Salinas
18 - Formação Caatinga
19 - Formação Carajás

Figura 4.9
Mapa das províncias espeleológicas do Brasil.
Fonte: Instituto Chico Mendes



Rodrigo Lopes Ferreira

Coarazuphium pains.



Rodrigo Lopes Ferreira

Iandumoema uai.



Rodrigo Lopes Ferreira

Stygichthys typhlops.



Banco de Dados do Cecav

Lonchophylla dekeyseri.



Roberto L. M. Novaes

Lonchophylla bokermanni.

Figura 4.10 Espécies do ambiente cavernícola.

Esses ambientes constituem um ecossistema único e frágil, que, em grande parte, é dependente do meio externo para a obtenção de energia, uma vez que não possui luz ou produtores primários (plantas). De acordo com Ferreira (2011), são compostos por extensas redes ou espaços vazios de diferentes dimensões e com graus diversos de conectividade, compreendem espaços de maior dimensão (cavernas ou macrocavernas), capazes de ser acessados pelo homem. Inúmeros organismos circulam também em microambientes, estabelecendo populações geneticamente viáveis.

Parte considerável do alimento disponível para a fauna subterrânea invertebrada provém de fezes (guano) de morcegos, material orgânico em decomposição (animais mortos e sedimentos) ou material trazido pela água ou por outros animais que eventualmente utilizam a caverna como local para alimentação ou abrigo noturno.

As cavidades naturais subterrâneas guardam valiosos registros paleontológicos (fauna extinta), arqueológicos (pinturas rupestres e vestígios de ocupação humana) e de mudanças climáticas (paleoclima), que formam coleções científicas importantes para o desenvolvimento das pesquisas e o processo educativo das comunidades locais sobre a relevância desse patrimônio. A Figura 4.11 apresenta exemplos de pintura rupestre e esqueleto de animal extinto.



Figura 4.11 Exemplos de valor arqueológico e paleontológico em cavernas brasileiras.

Destacam-se os seguintes registros do passado encontrados em cavernas: o Homem de Lagoa Santa, descoberto na Gruta do Sumidouro (MG) por Peter Lund em 1840; o Homem de Confins, na Gruta de Confins, em 1935; e o Homem de Pedro Leopoldo na Gruta da Lagoa Funda em 1940 (LINO, 2001). Na região de Lagoa Santa (MG) também foi encontrado o Esqueleto de Luzia (conhecida como a brasileira mais antiga, datada de 11.000 anos antes do presente, exumado no abrigo rochoso de Lapa Vermelha IV, em Lagoa Santa, MG).

Destacam-se, ainda, os aspectos históricos acerca das primeiras referências sobre as formas superficiais e subterrâneas do relevo cárstico, que datam do século XIX e limiar do século XX, por meio de descrições de naturalistas e viajantes que percorreram o interior de Minas Gerais. No que tange ao aspecto ecológico, atribui-se ao carste o primeiro tratado sobre ecologia vegetal, no qual foram analisadas e identificadas mais de 2.600 espécies vegetais.

Apesar de estimativas apontarem que o potencial espeleológico do Brasil supera 100 mil cavernas (AULER et al., 2001), na atualização de dezembro de 2011 a base de dados geoespacializados do Cecav contou com um total de 24.096 registros, dos quais grande parte ainda se encontra duplicada. Estes resultaram em 11.474 cavidades cadastradas, das quais apenas 10.137 encontram-se disponibilizadas, uma vez que 465 não contêm coordenadas geográficas da entrada da caverna e 872 apresentaram erros evidentes.

Em dezembro de 2005, a mesma base de dados contava com, aproximadamente, 4.000 cavidades cadastradas.

4.1.4 Zonas Úmidas

As Zonas Úmidas (ZUs) pertencem aos ecossistemas mais ameaçados do mundo, pois estão sujeitas a muitos impactos antropogênicos tanto terrestres quanto aquáticos (GOPAL; JUNK, 2000). Elas acumulam substâncias provenientes das respectivas áreas de captação que podem ser danosas para os organismos residentes.

As mudanças no regime hidrológico, tais como o uso de água em grande escala para a agricultura, canalização para o tráfego de navios ou a construção de represas hidrelétricas podem alterar, consideravelmente, suas estruturas e funções. Ao mesmo tempo, os episódios anuais e multianuais de secas e enchentes extremas afetam as ZUs mais do que a maioria dos outros ecossistemas, uma vez que as mudanças de poucos decímetros frequentemente mudam a extensão da área alagada e o balanço hídrico, com graves impactos aos organismos que neles vivem.

A biodiversidade em ZUs é muito grande e contribui de maneira substancial para a biodiversidade da paisagem (GOPAL; JUNK, 2000). Apesar disso, o conhecimento é ainda muito limitado, sendo relativamente bem conhecidas as plantas superiores e os vertebrados. Existem, também, listas de algas e de alguns grupos de invertebrados aquáticos, tais como zooplâncton e moluscos, porém, longe de serem completas. Além disso, o conhecimento concentra-se em determinadas áreas geográficas.

As grandes ZUs brasileiras incluem o Pantanal de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, as várzeas amazônicas,

as grandes áreas alagáveis ao longo dos rios Guaporé e Araguaia, as áreas alagáveis remanescentes no Rio Paraná e as savanas alagáveis em Roraima e no Pará.

A Figura 4.12 apresenta a espacialização dos principais terrenos sujeitos à inundação, onde se insere a maioria das ZUs.

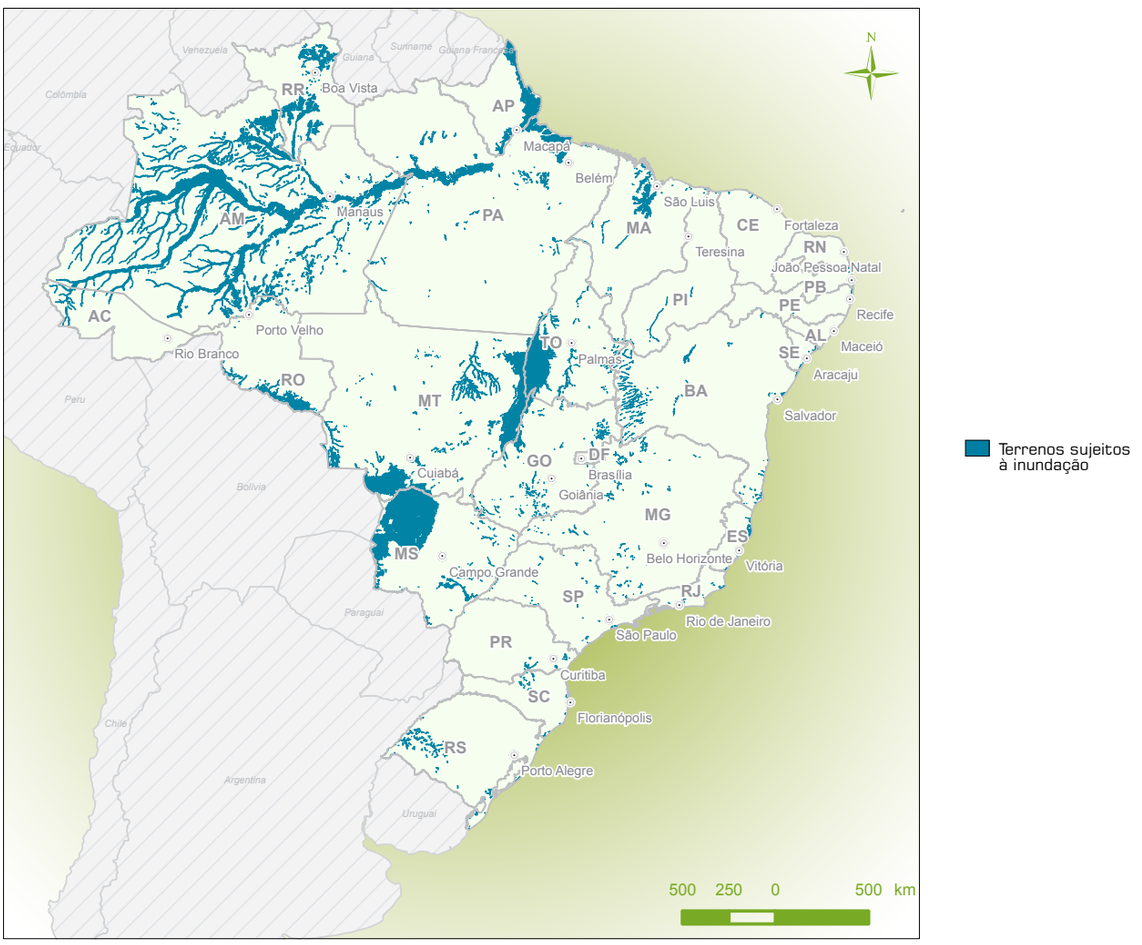


Figura 4.12 Terrenos sujeitos à inundação, englobando as zonas úmidas.
Fonte: IBGE

Os primeiros levantamentos da biodiversidade nas ZUs dos rios Guaporé e Araguaia e nas savanas alagáveis de Roraima mostram uma mistura de espécies do Pantanal com as das várzeas e igapós amazônicos. Ocorrem, ainda, espécies particulares que substituem as espécies-irmãs do Pantanal e da Amazônia Central, o que aumenta o número total das espécies. Com efeito, o número de espécies endêmicas é relativamente pequeno nessas regiões.

As condições hidrológicas das várzeas e igapós amazônicos diferem fundamentalmente daquelas do Pantanal. Uma análise da lista de espécies amazônicas de Junk e Piedade (1993), com respeito às formas de crescimento, mostra que das 387 espécies herbáceas, 47 podem ser consideradas aquáticas e palustres, 28 são flutuantes e 19 enraizadas no sedimento.

Em comparação com o Pantanal, o crescimento das macrófitas aquáticas nas várzeas e igapós amazônicos é prejudicado pelas altas flutuações do nível de água, com uma amplitude média entre 6 e 12 metros, e transparência baixa de 1 m a 2,5 m de profundidade.

Entre as florestas alagáveis, as amazônicas são as mais ricas, mundialmente, com destaque para as espécies do estrato arbóreo. Uma revisão dos inventários florísticos indicou, somente para a várzea amazônica, a existência de aproximadamente 1.000 espécies arbóreas tolerantes à inundação. Para as florestas de igapó, cerca de 600 espécies foram reportadas (WITTMANN et al., 2010).

Na comparação de inventários florísticos de florestas de várzea continental elaborados por Wittmann et al. (2006), a similaridade entre florestas de várzea baixa e alta é de somente 30%, evidenciando as diferenças existentes ao longo das cotas de inundação.

Em termos de fitoplâncton, os primeiros estudos abrangentes em lagos de várzea na Amazônia foram realizados por Uherkovich e Schmidt (1974), no Lago Castanho, outro por Rodrigues (1994), no Lago Camaleão, perto de Manaus (Tabela 4.2).

Para o zooplâncton amazônico, Robertson e Hardy (1984) indicaram o total de 250 espécies de rotíferos, 20 de cladóceros limnéticos (sem Macrothricidae e Chydoridae) e cerca de 40 de Copepoda, na maioria Calanoídeos.

Para a ictiofauna, na Amazônia existem levantamentos localizados em algumas regiões, porém, o número total de espécies para os sistemas de rios individuais não pode ser indicado. Bayley (1982) coletou 226 espécies durante um período de 2 anos na boca do Lago Camaleão, um pequeno lago de várzea perto de Manaus, e Santos et al. (1984) coletaram cerca de 300 espécies no Baixo Tapajós. Para a área

Tabela 4.2 Espécies de fitoplâncton encontradas em dois lagos de várzea.

Classes/Famílias	Lago Castanho	Lago Camaleão
	Número de espécies	
Cyanophyta	19	9
Euglenophyta	58	185
Pyrrhophyta	1	0
Chlorophyta	108	38
Chrysophyceae	9	3
Bacillariophyceae	14	13
Dinophyceae	0	1
Zygnemaphyceae	0	11
Cryptophyceae	0	2
Total	**209**	**262**

Fonte: Uhercovich; Schmidt (1974) - Lago Castanho; Rodrigues (1994) - Lago Camaleão

da Reserva de Manejo Sustentável de Mamirauá, 340 espécies foram indicadas (QUEIROZ; PERALTA, 2011). O mais amplo levantamento foi feito por Goulding et al. (1988), que realizou coletas num trecho de 1,2 km do Rio Negro, entre Manaus e Barcelos, e encontrou 450 espécies, pertencendo a 203 gêneros e 39 famílias. Considerando a literatura sobre o assunto, os autores estimam o número total de espécies nessa área em cerca de 700.

Assume-se que metade da ictiofauna amazônica encontra-se nos grandes rios, em suas áreas alagáveis, e outra nas cabeceiras. A ictiofauna dos grandes rios é relativamente bem protegida devido à conexão longitudinal entre os hábitats, o que permite intercâmbio entre as populações locais. As cabeceiras contêm muitas espécies com distribuição limitada, que são facilmente extintas com a modificação dos hábitats, como a mudança da vegetação natural, em grande escala, para pastos e grandes plantações de soja, algodão e milho, tal como ocorre no "arco de fogo", que se estende na beira sul da floresta amazônica nos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre. Isso vale, também, para as cabeceiras do Rio Paraguai. Cerca da metade do Cerrado já foi transformado em grandes plantios e os igarapés e pequenos rios foram dramaticamente alterados. A perda de biodiversidade de organismos aquáticos, incluindo os peixes, não pode ser calculada, mas certamente é muito grande.

O Pantanal, segundo Eiten (1982), é considerado "savana hipersazonal", ou seja, savana sujeita a inundações prolongadas. Isso também vale para as outras savanas alagáveis brasileiras. Ele é formado pelos leques aluviais de vários e grandes tributários, o que resulta em alta diversidade de hábitats ao longo do gradiente de inundação, que é superior ao das outras savanas alagáveis. Isso é especialmente importante para a diversidade de plantas superiores, principalmente árvores, arbustos e plantas herbáceas terrestres.

Um total de 144 famílias de fanerófitas é estimado para o Pantanal (POTT; POTT, 1996; 1997): 104 famílias são exclusivamente terrestres, 21 exclusivamente aquáticas e 19 famílias contêm espécies terrestres e aquáticas. O total das espécies chega a 1.903, sendo 247 espécies macrófitas aquáticas ou hidrófitas e 1.656 espécies terrestres (POTT; POTT, 2000). Desse número, 900 são gramíneas, ciperáceas e outras herbáceas, trepadeiras, epífitas e parasitas, e 756 espécies de plantas lenhosas (arbustos, subarbustos, árvores, lianas e palmeiras), ilustradas na Figura 4.13. Considerando o fato de que várias áreas do Pantanal ainda não foram

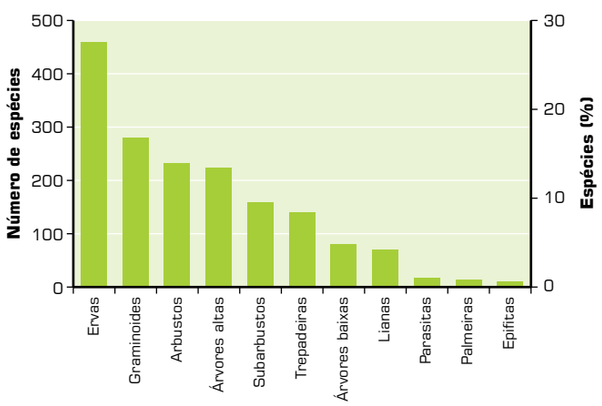


Figura 4.13 Número de espécies e porcentagem de plantas terrestres herbáceas e lenhosas no Pantanal (total: 1.856), de acordo com as formas de crescimento.

Fonte: Pott; Pott (2000)



Nicélio Acácio da Silva

inventariadas intensivamente, o número total das espécies pode subir para cerca de 2.000. A frequente ocorrência de cactáceas e o número baixo de epífitas indicam períodos de seca pronunciada durante o ciclo anual.

O número de famílias, gêneros e espécies de plantas ruderais (espécies introduzidas) são indicados na Tabela 4.3. Da mesma forma, as famílias com o maior número de espécies estão demonstradas na Figura 4.14.

Tabela 4.3 Número (n) de famílias, gêneros e espécies de gramíneas, ervas terrestres, trepadeiras, epífitas e parasitas no Pantanal.

Tipo de vegetação	Famílias (n)	Gêneros (n)	Espécies (n)	Cultivadas	Ruderais
Ervas	62	226	458	15	60
Graminoides	2	84	278	4	33
Trepadeiras	25	60	138	8	6
Epífitas	3	9	11	-	-
Parasitas	2	6	15	-	-
Total	76[1]	381[1]	900	27	99

Fonte: Pott; Pott (1996)

[1] O número total das famílias e gêneros não corresponde à soma do número dos tipos de vegetação.

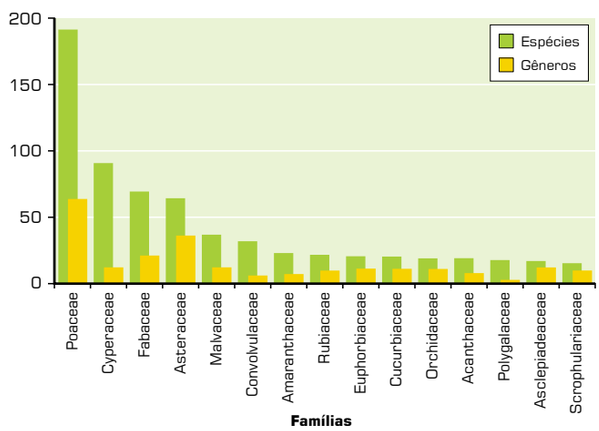


Figura 4.14 As famílias mais ricas em espécies de plantas herbáceas terrestres no Pantanal.
Fonte: Pott; Pott (1996)

Pott e Pott (1996) listam 756 plantas lenhosas no Pantanal, que correspondem a 39,7% das plantas superiores. As famílias com maior número de espécies são indicadas na Figura 4.15.

A caracterização das espécies lenhosas, de acordo com sua preferência de hábitats, mostra o forte impacto do período seco. Apesar da precipitação de 1.200 mm anuais e um período de inundação prolongado, a maioria é de Cerrado, com alta tolerância à seca e à inundação. Cerca de 60% das espécies lenhosas pertencem à categoria de arbustos e pequenas árvores de até 10 m de altura; 29% são árvores grandes e 9% são lianas (Tabela 4.4). As palmeiras contribuem somente com

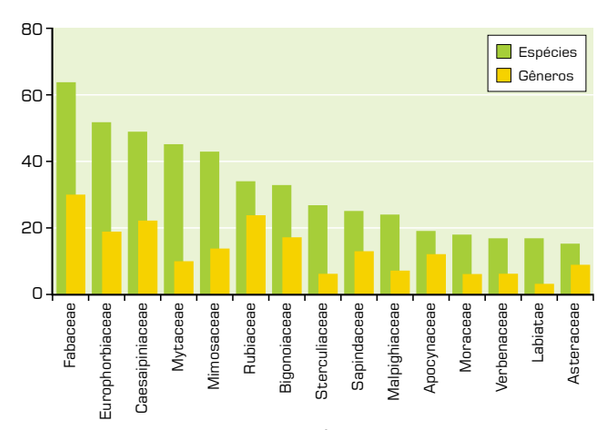


Figura 4.15 Famílias e gêneros mais ricos em espécies de plantas terrestres lenhosas no Pantanal.
Fonte: Pott; Pott (1996)

Tabela 4.4 Número (n) de famílias, gêneros e espécies de plantas lenhosas no Pantanal, de acordo com a forma de crescimento.

Tipo de vegetação	Famílias (n)	Gêneros (n)	Espécies (n)	Cultivadas	Ruderais
Arbustos	43	96	223	3	7
Subarbustos	22	61	149	5	15
Árvores baixas	27	63	83	4	2
Árvores altas	43	148	220	12	2
Palmeiras	1	11	13	1	
Lianas	14	36	68		1
Total	70[1]	380[1]	756	25	27

Fonte: Pott; Pott (1996)

[1] O número total das famílias e gêneros não corresponde à soma do número das respectivas categorias de forma de crescimento, pois 37 famílias têm representantes em várias categorias.

0,2%; porém a *Attalea phalerata* (bacuri) deve ser considerada espécie-chave por causa da sua abundância e alta produção de frutos, que são de grande importância como alimento para muitos mamíferos, aves e insetos (MARQUES et al., 2001). Ainda não foram encontradas espécies lenhosas endêmicas no Pantanal, sendo a maioria originária do Cerrado.

Estima-se que existam 14.000 espécies de algas de água doce e destas entre 4.000 e 5.000 espécies pertencem ao fitoplâncton no Pantanal. Para o Estado de Mato Grosso foram listados representantes de sete filos (JUNK et al., 2006), conforme demonstrado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Distribuição da riqueza de espécies de algas ao longo das fases hidrológicas do Pantanal.

Táxons	Fase				
	Enchente	Cheia	Vazante	Seca	Riqueza total
Cyanophyta	7	0	6	9	17
Euglenophyta	30	11	17	44	56
Pyrrophyta	1	0	0	2	2
Chlorophyta	127	124	82	77	226
Chrysophyta	3	1	3	7	7
Bacillariophyta	11	8	18	21	28
Charophyta	0	0	1	0	1
Total	179	144	127	160	337

Fonte: Junk et al. (2006)


Sérgio Andreas Schubart

No Pantanal, 285 espécies de Rotifera, 33 de Copepoda e 81 de Cladocera foram catalogadas (PINTO-SILVA; MORINI, não publicado).

O Pantanal pertence ao sistema dos rios Paraguai/Paraná, cuja ictiofauna difere bastante do sistema amazônico. Poucas espécies ocorrem em ambos os sistemas, como *Hoplias malabaricus* e *Synbranchus marmoratus*. As savanas alagáveis dos rios Araguaia, Guaporé e os de Roraima pertencem ao sistema amazônico, com muitas espécies encontradas também nas várzeas e igapós da Amazônia Central.

Os peixes pertencem a grupos melhor estudados no Pantanal. Mesmo assim, existem ainda lacunas, pois muitas áreas ainda não foram colecionadas adequadamente. Britski et al. (1999) listam 263 espécies pertencentes a 161 gêneros e 36 famílias. Characiformes contribuem com 65 gêneros e 129 espécies, Siluriformes com 61 gêneros e 105 espécies, e ciclídeos com 11 gêneros e 16 espécies. Essa relação entre os grandes grupos encontra-se também na ictiofauna amazônica.

A fauna conhecida de anfíbios da planície pantaneira (Tabela 4.6), até o momento, compreende 44 espécies distribuídas em seis famílias, todas pertencentes à ordem Anura (STRÜSSMANN et al., 2007). Nas regiões de planalto, no entorno da planície, encontram-se, ainda, representantes das famílias Aromobatidae (*Allobates* sp.), Cycloramphidae (*Proceratophrys* spp.), Dendrobatidae (*Ameerega* spp.), Ranidae (*Lithobates palmipes*), Strabomantidae (*Pristimantis* spp. e *Oreobates* spp.) e da ordem Gymnophiona, família Caeciliidae (*Syphonops* spp. e *Caecilia* sp.), totalizando 73 espécies de anfíbios para toda a Bacia do Alto Paraguai (BAP). Entre os répteis, existem para a planície registros de duas espécies de jacarés, quatro quelônios, 31 lagartos, oito anfisbenas e 82 serpentes (Tabela 4.6). Considerando os registros para toda a BAP, o número de espécies de répteis amplia para 179 (STRÜSSMANN et al., 2011). A classificação aqui empregada tanto para anfíbios como para répteis é a adotada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH, 2010; BERNILS, 2010).

Tabela 4.6 Famílias e número de gêneros e de espécies de anfíbios e répteis no Pantanal (em parênteses, números totais de gêneros e espécies conhecidas para toda a Bacia do Alto Paraguai).

Táxon	Famílias	Gênero		Espécies	
Anura	Bufonidae	1	(2)	3	(6)
	Dendrobatidae	1	(2)	1	(3)
	Hylidae	6	(7)	16	(26)
	Leptodactylidae	5	(7)	16	(30)
	Microhylidae	3	(3)	4	(6)
Amphibia	**Total 5**	**16**	**(21)**	**40**	**(71)**
Chelonia	Testudinidae	1	(1)	2	(2)
	Chelidae	1	(2)	1	(3)
Sauria	Iguanidae	1	(1)	1	(1)
	Polychrotidae	2	(2)	2	(4)
	Tropiduridae	2	(2)	4	(7)
	Gekkonidae	4	(6)	4	(7)
	Gymnophthalmidae	4	(6)	4	(9)
	Teiidae	5	(6)	7	(13)
	Scincidae	1	(1)	3	(3)
	Anguidae	1	(1)	1	(1)
Amphisbaenia	Amphisbaenidae	1	(4)	2	(18)
Serpentes	Boidae	4	(4)	5	(6)
	Typhlopidae	1	(1)	1	(2)
	Colubridae	30	(39)	52	(92)
	Elapidae	1	(1)	2	(6)
	Viperidae	2	(3)	3	(9)
Crocodylia	Alligatoridae	2	(2)	2	(4)
Reptilia	**Total 17**	**63**	**(82)**	**96**	**(187)**
Total	**22 (27[1])**	**79**	**(103)**	**136**	**(258)**

Fonte: Junk et al. (2006); Strüssmann et al. (2007)

[1] Famílias conhecidas exclusivamente de áreas elevadas da Bacia do Alto Paraguai (números de gêneros/espécies): Amphibia – Gymnophiona: Caeciliidae (1/1); Reptilia – Sauria: Hoplocercidae (1/1); Serpentes: Aniliidae (1/1); Leptotyphlopidae (1/6); Anomalepididae (1/2).

O Pantanal abriga cerca de 5% das espécies de anuros brasileiros e 17% das espécies de répteis, sendo o Brasil o país mais rico do mundo em número de espécies de anfíbios (875 espécies) e o segundo em riqueza de répteis (721 espécies). A lagartixa-de-parede (*Hemidactylus mabouia*) é a única espécie exótica registrada no interior da planície de inundação. Considerando toda a extensão da BAP, 8% e 25% das espécies de anfíbios e répteis brasileiros estão representados. Esses valores tendem a aumentar, uma vez que o registro de espécies previamente não conhecidas para a região ou, mesmo, ainda não descritas tem sido frequente (SCROCCHI et al., 2005; ÁVILA et al., 2010).

A maior parte da herpetofauna do Pantanal tem ampla distribuição na planície inundável (STRÜSSMANN et al., 2007).

É o caso de anfíbios como *Leptodactylus chaquensis*, *L. podicipinus*, *Physalaemus albonotatus*, *Scinax nasicus* e *S. acuminatus*, de répteis como o jacaré (*Caiman yacare*) e de serpentes como *Thamnodynastes chaquensis* e *Eunectes notaeus*. A presença de espécies com distribuições restritas no interior da planície é responsável pela ocorrência de conjuntos herpetofaunísticos distintos em cada uma das sub-regiões. Variam entre essas sub-regiões, também, os padrões de abundância das espécies (STRÜSSMANN et al., 2007; 2011). Acredita-se que de 23 a 35 espécies de anuros, 40 espécies de serpentes, 20 a 25 de lagartos e de 3 a 5 de anfisbenas podem ser encontradas em um mesmo sítio (JUNK et al., 2006; STRÜSSMANN et al., 2007).

Entre os répteis da planície inundável, as espécies ubíquas (com distribuição em vários outros biomas) representam a maioria das formas amplamente distribuídas na planície, mas entre aquelas com distribuição mais restrita ou periférica, 35% são características do bioma Amazônia. Entre os anfíbios, a maior parte das espécies (45% das amplamente distribuídas e 43% com distribuição restrita) é oriunda do Chaco e apenas 13% das espécies amplamente distribuídas na planície são ubíquas (STRÜSSMANN et al., 2007).

Apenas 10% das espécies de anfíbios com ampla distribuição na planície e 14% daquelas com distribuições pontuais ou periféricas são típicas do Cerrado. Entre os répteis, 15% das espécies amplamente distribuídas na planície e apenas 4% das espécies com distribuições pontuais ou periféricas são oriundas do Cerrado (JUNK et al., 2006; STRÜSSMANN et al., 2007), conforme apresentado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 Classificação das espécies de anfíbios e répteis, de acordo com o padrão geral de distribuição na Bacia do Alto Paraguai.

Distribuição	Anfíbios	Répteis
a) Espécies amplamente distribuídas na planície de inundação	31	65
b) Espécies periféricas ou com distribuição restrita na planície de inundação	7	26
c) Espécies insuficientemente conhecidas ou raras, mas com ocorrência confirmada na planície de inundação	2	5
Total de espécies na planície de inundação (Pantanal)	**40**	**96**
d) Espécies amplamente distribuídas na periferia da planície de inundação	10	10
e) Espécies com distribuição restrita na periferia do Pantanal e, principalmente, na Amazônia	6	27
f) Espécies com distribuição restrita na periferia do Pantanal e, principalmente, em áreas de Cerrado	13	34
g) Espécies com distribuição restrita na periferia do Pantanal e, principalmente, no Chaco	1	7
h) Espécies com distribuição restrita na periferia do Pantanal e, principalmente, na Mata Atlântica	0	3
i) Espécies com distribuição muito limitada na periferia do Pantanal e/ou afinidades zoogeográficas incertas	2	21
Total de espécies nos planaltos periféricos	**32**	**102**

Fonte: Junk et al. (2006); Strüssmann et al. (2007)

O estado de conservação da herpetofauna do Pantanal é relativamente melhor do que em outros biomas brasileiros, onde há taxas mais elevadas de conversão de hábitats em agroecossistemas ou núcleos urbanos, em particular o Cerrado e as florestas Atlântica e Amazônica. Nenhuma das espécies de anfíbios ou répteis ocorrentes na planície de inundação é considerada como ameaçada, com base nos critérios da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2011) e do Ibama (BRASIL, 2008). Algumas, no entanto, estão listadas nos Apêndices II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2010), que inclui espécies sobre as quais há ameaças latentes, e que podem levá-las a ingressar nas listas oficiais de espécies ameaçadas.

As aves são bem estudadas no Pantanal, porém existem divergências sobre o número total. Muitos autores indicam números entre 600 e 700 espécies para a região pantaneira, baseados na síntese de Brown Junior (1986). Esse número aumenta para 766 espécies, se todas as listas forem reunidas. Em 2001, Tubelis e Tomás (2001) estimaram para a área alagável do Pantanal 469 espécies confirmadas e mais 31 não confirmadas com segurança. Porém, de acordo com Petermann apud Junk et al. (2006), muitas dessas espécies têm de ser consideradas como "não confirmadas com segurança, se os critérios rígidos do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos forem aplicados (falta de espécimes, fotografias, gravação de vozes etc.)".

Uma análise crítica de Petermann, em Junk et al. (2006), mostra que das 766 espécies registradas 390 podem ser consideradas confirmadas. Pelo menos 58 destas foram somente observadas em áreas periféricas no extremo norte e sul do Pantanal; 153 foram listadas sem documentação adequada, muitas delas comuns nas áreas a ele adjacentes; 223 espécies foram registradas em áreas distantes ou foram identificadas incorretamente (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 Número de famílias, gêneros e espécies de pássaros do Pantanal, de acordo com a qualidade dos dados.

Tipos	Famílias	Gêneros	Espécies
Registros publicados	68	431	766
Registros confirmados	61	282	390 (51%)
Confirmados, mas de ocorrência periférica	-	-	58
Não confirmados, mas de ocorrência possível	-	-	153 (20%)
Não registrados no Pantanal (ocorrência improvável)	-	-	223 (29%)

Fonte: Junk et al. (2006)

Para elucidar as relações biogeográficas, espécies exóticas e espécies migratórias neárticas foram excluídas. Das 368 espécies confirmadas restantes, 358 (97%) foram observadas

também no Cerrado e entre 234 (64%) e 277 (75%) no Chaco, na Amazônia e na Mata Atlântica. Cento e cinquenta e uma espécies foram encontradas nos quatro biomas e no Pantanal. O Cerrado e o Pantanal contêm um grupo importante do sul da Amazônia, que coloniza principalmente as matas ciliares; poucas espécies são de origem chaquenha (*Paroaria coronata*). Espécies da Mata Atlântica e da região Andina não foram confirmadas, bem como não se registra espécies endêmicas no Pantanal.

Existem dois caminhos para espécies migratórias na América do Sul: um ao longo da costa do Pacífico e o outro pelo centro do continente. Supõe-se que todas as espécies que passam pelo centro possam ser encontradas no Pantanal. Em comparação com outras grandes ZUs sul-americanas, percebe-se que as espécies aquáticas ali encontradas são também vistas, com poucas exceções, também nas várzeas amazônicas e nos lhanos do Orinoco.

Para os mamíferos, existem várias listas de espécies no Pantanal. Todavia, falta uma visão geral, notadamente para espécies pequenas como os roedores, que não foram suficientemente estudados. Levantamentos mais detalhados foram providenciados por Schaller (1983) e pelo Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL, 1997), com 64 e 75 espécies, respectivamente. Para a área inteira, Rodrigues et al. (2002) indicaram 93 espécies de mamíferos. Alguns levantamentos recentes aumentaram os números para 109 gêneros e 174 espécies (Tabela 4.9).

Tabela 4.9 Ordens, famílias e números de gêneros e de espécies de mamíferos no Pantanal.

Ordem	Família	Gêneros	Espécies
Didelphimorpha	Didelphidae	13	18
Cingulata	Dasypodidae	5	8
Pilosa	Myrmecophagidae	2	2
Chiroptera	Emballonuridae	4	6
	Noctilionidae	1	2
	Mormoopidae	1	3
	Phyllostomidae	26	42
	Vespertilionidae	4	10
	Molossidae	6	17
Primatas	Atelidae	1	1
	Cebidae	2	2
	Aotidae	1	1
	Pitheciidae	1	1
Carnivora	Felidae	3	8
	Canidae	4	4
	Procyonidae	2	2
	Mustelidae	4	5
	Mephitidae	1	1
Perissodactyla	Tapiridae	1	1
Artyodactyla	Tayassuidae	2	2
	Cervidae	3	4
Rodentia	Sciuridae	2	2
	Cricetidae	9	19
	Erethiozontidae	1	1
	Caviidae	3	3
	Cuniculidae	1	1
	Dasyproctidae	1	2
	Echimyidae	4	5
Lagomorpha	Leporidae	1	1
Total	29	109	174

Fonte: Alho et al. (2011)

Com 80 espécies, os morcegos contribuem com 45% do total. A diversidade de macacos é pequena, provavelmente por falta de extensas áreas de florestas. A maioria das espécies do Pantanal ocorre também no Cerrado, na Amazônia e no Chaco. Ao contrário das áreas alagáveis da África, o número de espécies e indivíduos de grandes herbívoros nas grandes ZUs latino-americanas é relativamente pequeno. A razão para o baixo número de espécies precisa ser investigada nas peculiaridades biogeográficas. O baixo número de indivíduos deve-se, provavelmente, de forma indireta, à atuação antrópica. Os primeiros viajantes relatam alta densidade de cervos, veados, capivaras, porcos, antas e onças no Pantanal. A redução da maioria dessas populações foi atribuída à caça indiscriminada. Outro argumento poderia ser a competição das espécies herbívoras com o gado bovino, além da introdução de doenças que foram transferidas pelos animais domésticos para as populações de animais nativos, que até agora não conseguiram desenvolver resistência a essas doenças.

O Brasil tem, ainda, grandes deficiências no tratamento científico e administrativo de suas ZUs. Elas não foram delineadas e caracterizadas adequadamente e a análise de suas estruturas e funções, incluindo sua biodiversidade, necessita de avanços. Algumas grandes ZUs são relativamente bem estudadas, como a do Pantanal de Mato Grosso e as várzeas e os igapós amazônicos perto de Manaus e de Belém; outras são pouco conhecidas, como as ZUs dos rios Araguaia e Guaporé.

As principais ameaças para a biodiversidade das ZUs estão relacionadas à destruição da diversidade dos hábitats, que acontece em consequência de mudanças da hidrologia pela construção de barragens e diques, retificação de cursos d'água, retirada de água etc.; pela modificação do uso das terras (agricultura e pecuária intensiva, construção civil, desmatamento); pelo aumento de incêndios, na maioria antropogênicos; pela poluição (esgotos domésticos, industriais, agroindustriais, de mineração etc.); pelas mudanças climáticas; por legislação inadequada. O controle da caça, da pesca e da coleta de espécies para fins ornamentais, comandado pelo Ibama, teve efeito positivo e resultou na recuperação dos estoques de muitas espécies, antigamente ameaçadas, tais como jacarés, ariranhas e cervo-do-pantanal.

4.1.5 Manguezais

Os manguezais abrangem cerca de 1.225.000 hectares em quase todo o litoral brasileiro, constituindo zonas de elevada produtividade biológica, uma vez que acolhem representantes de todos os elos da cadeia alimentar. As maiores extensões da costa brasileira ocorrem entre a desembocadura do Rio Oiapoque e o Golfão Maranhense.

Esse ecossistema é formado por uma série de fisionomias vegetais desde árvores e outras espécies arbustivas a bancos de lama e de sal, salinas e pântanos salinos. Entre essas fisionomias estão os apicuns, também chamados de "salgados". Cientificamente, são definidos como um ecótono, uma zona de transição, de solo geralmente arenoso, desprovido de cobertura vegetal ou abrigando vegetação herbácea. A feição apicum é fundamental para a conservação da biodiversidade, pois além de sua função de reservatório de nutrientes, mantendo em equilíbrio os níveis de salinidade e a constância da mineralomassa, garante o forrageio indispensável à sobrevivência de aves residentes e migratórias (MOCHEL, 2000; COSTA, et al., 2007; MOCHEL, 2009).

O ecossistema manguezal apresenta biodiversidade adaptada a condições de transição fluviomarítima, de elevada importância funcional, relacionada, notadamente, à manutenção de serviços ambientais essenciais como qualidade de água estuarina e costeira, fertilidade das águas costeiras e provedor de áreas de crescimento e criadouros para recursos pesqueiros, incluindo espécies ameaçadas de extinção e espécies endêmicas, barreira biogeoquímica, filtro biológico, proteção contra a erosão costeira e contra eventos climáticos e oceanográficos, em escalas locais e regionais, ciclagem de nutrientes e reservatório de carbono.

Os manguezais brasileiros abrigam grande diversidade de plantas, artrópodos, moluscos, peixes e aves, totalizando 776 espécies relacionadas. As angiospermas do mangue do litoral brasileiro pertencem a três gêneros, contando com um total de seis espécies (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).



Jaiton Dias

A conservação dos manguezais em toda sua extensão, incluindo os apicuns, reveste-se igualmente de importância social por serem considerados berçários para os recursos pesqueiros, que sustentam, direta ou indiretamente, mais de 1 milhão de pessoas. Em contrapartida, a ocupação desordenada da zona costeira vem causando perda e fragmentação desse hábitat, notadamente pela conversão dessas áreas em carcinicultura, em zonas urbanas, ou com destinações voltadas ao turismo.

4.1.6 Recifes de Coral

Os recifes de coral formam ecossistemas altamente diversificados, ricos em recursos naturais e de grande importância ecológica, econômica e social, abrigando estoques pesqueiros importantes e contribuindo para a subsistência de várias comunidades humanas tradicionais (PRATES, 2006). Os recifes se distribuem por cerca de 3.000 km da costa nordeste, desde o Maranhão até o sul da Bahia, constituindo os únicos ecossistemas de recifes do Atlântico Sul, sendo que suas principais espécies formadoras ocorrem somente em águas brasileiras (MAIDA; FERREIRA, 1997), especificamente em função da ausência de grandes rios e da predominância das águas quentes da Corrente Sul Equatorial. Os recifes de coral comportam uma variedade de espécies animais próxima daquela observada nas florestas tropicais úmidas, o que os torna um dos ambientes mais biodiversos do planeta (WILSON, 1992; REAKA-KUDLA, 1997).

Segundo a Convenção de Ramsar e o Panorama da Biodiversidade Global 3, as avaliações econômicas dos recifes de coral fornecem dura percepção do valor e dos riscos relacionados a esses recursos naturais.

Juntamente com os manguezais, os recifes de coral são considerados especialmente vulneráveis às mudanças climáticas, por sua fragilidade e limitada capacidade de adaptação, de forma que os danos a eles causados podem ser irreversíveis.

Os Recifes Profundos

Embora haja registros científicos da existência de recifes de coral e agregados de corais de profundidade desde o final do século 19, somente há poucas décadas esses ambientes se tornaram mais conhecidos. Operações comerciais em águas profundas e o uso de tecnologia avançada em áreas *offshore*, inicialmente na Europa, revelaram extraordinárias cadeias de 10 km de extensão de corais formadores de recifes, principalmente *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, a 300 m de profundidade em águas da plataforma norueguesa.

Os recifes de coral rasos e os de profundidade cumprem o mesmo papel ecológico. Porém, os primeiros normalmente são constituídos por uma variedade maior de formas de crescimento (maciça, foliácea, ramificada etc.) e de espécies zooxanteladas (simbiose com microalgas zooxanteladas), enquanto os de profundidade são formados somente por espécies ramificadas e azooxanteladas (CASTRO et al., 2006). Estima-se que alguns bancos e recifes de coral de águas frias tenham até 8 mil anos de idade e que seus corais construtores tenham crescimento muito lento.

Os recifes de coral de profundidade são de grande importância tanto sob o ponto de vista científico (conservação, biologia, geologia) quanto socioeconômico (pesca). Tais hábitats profundos abrigam riquíssima fauna associada, cuja biodiversidade compete com os recifes de coral de águas rasas em riqueza de espécies. Sua estrutura tridimensional proporciona rico hábitat e alimentos para várias espécies de peixes, inclusive espécies de importância comercial, comuns nos recifes e próximos deles. Há evidências de que os peixes são maiores e mais abundantes nos hábitats coralíneos profundos do que em ambientes não coralíneos (HUSEBO et al., 2002).

No Brasil, há indicações de recifes profundos nas costas nordeste, sudeste e sul (09°S a 34°S), entre 272 e 1.200 metros de profundidade, obtidas por registros de ocorrência de importantes espécies formadoras de recifes profundos. Entretanto, pouco se sabe sobre sua localização, o tamanho e o estado de conservação desses hábitats.

Há evidências de impactos antropogênicos em quase todas as áreas de corais profundos pesquisadas no globo. Pescas no mar profundo, principalmente as de arrasto, já destruíram ou danificaram parte de vários recifes e representam uma das principais ameaças aos corais de águas frias. Outras fontes potenciais de impacto são a exploração e produção mineral e de hidrocarbonetos, a colocação de cabos e dutos, reparos e queima de resíduos (FREIWALD et al., 2004). Esses fatos mostram que são necessárias ações urgentes para prevenir a degradação desses ambientes vulneráveis e ainda pouco conhecidos.

Abrangendo a mais extensa área de recifes de coral do Brasil, o banco de Abrolhos apresenta todas as 18 espécies que habitam os substratos recifais do País, metade das quais ocorre somente em águas brasileiras. Os quatro grandes grupos de corais (corais pétreos, corais de fogo, octocorais e corais negros) têm seus representantes na área do banco dos Abrolhos, sendo que *Mussismilia braziliensis* e *Favia leptophylla* são endêmicas do Estado da Bahia (LABOREL, 1969; LEÃO, 1994). O Brasil possui os únicos recifes coralíneos do Atlântico Sul.

O mapeamento dos ecossistemas recifais rasos, elaborado, em 2003, pela parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Ibama e o Projeto Recifes Costeiros, concluiu que, entre o Rio Grande do Norte e o sul da Bahia, existiam aproximadamente 889,82 km^2 de recifes rasos. Ao somar esses valores à área recifal estimada dentro das unidades de conservação do Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luís (MA) e da Reserva Biológica do Atol das Rocas (RN), o total se elevava para área aproximada de 1.008,49 km^2. Os resultados demonstraram que as unidades de conservação abrangiam área maior do que as dos recifes rasos mapeados (variando de 1,05% a 30,84% do total das unidades). Quanto à representatividade, o estudo concluiu que mais de 80% dos topos recifais rasos mapeados já se encontravam sob proteção de alguma forma de Unidade de Conservação (UC). Mais especificamente, 56,27% dos recifes rasos mapeados estavam em unidades de conservação de uso sustentável e 30,94% em unidade de conservação de proteção integral.

4.1.7 Recursos Genéticos

O Brasil ainda tem produção de alimentos e agricultura, em grande parte, dependente da introdução de recursos genéticos de outros países. Entretanto, diversas espécies nativas são importantes alimentos da dieta humana com uso nacional, regional e local, tais como a mandioca, o abacaxi, os amendoins, o cacau, o caju, o cupuaçu, o maracujá, a castanha-do-brasil, o guaraná, a jabuticaba e o açaí, entre outras. Espécies nativas forrageiras sustentam uma parte do setor pecuário nacional e, mais recentemente, plantas nativas medicinais, cosméticas, aromáticas, condimentares e ornamentais vêm sendo crescentemente valorizadas no contexto da agricultura brasileira. Todos esses componentes da biodiversidade compõem os recursos genéticos nativos brasileiros, riqueza importante do País, que necessita ser conservada e seu uso sustentável promovido.

O País investe no aprimoramento da infraestrutura, capacitação e transferência de tecnologias para melhorar a produção de alimentos e garantir a segurança alimentar, e em atividades para enriquecer a variabilidade genética e assegurar a conservação, avaliação, caracterização e documentação dos recursos fitogenéticos. Os programas de melhoramento genético estão entre os mais eficientes do mundo e contribuíram significativamente para o desenvolvimento de ampla variedade de lavouras adaptadas às condições tropicais. Coletas de sementes e frutos foram realizadas em todos os biomas brasileiros, desde a década de 1970, tanto de populações naturais como das terras de produtores rurais, e algumas plantas têm sido objeto de projetos em curso desde então, tais como abacaxi, algodão, amendoim, arroz, batata-doce, caju, inhame, forrageiras nativas (gramíneas e leguminosas), feijão, mandioca, milho, palmeiras, pimentas, seringueira, várias plantas ornamentais, árvores florestais e plantas medicinais. Novas espécies e produtos estão surgindo e sendo descobertos como alternativas potenciais para o setor agrícola, especialmente para manejo florestal, incluindo espécies nativas que podem ser de grande valor para a segurança alimentar.

Os esforços brasileiros para aumentar o conhecimento sobre os recursos genéticos nacionais incluem a identificação de parentes silvestres e variedades crioulas de várias lavouras, tais como abóbora, algodão, amendoim, arroz, mandioca, milho e pupunha. As variedades crioulas contêm genes que são potencialmente adaptáveis a ambientes específicos e podem contribuir para programas de melhoramento genético e adaptação das lavouras aos efeitos das mudanças climáticas. No contexto do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), o MMA foi pioneiro na identificação e mapeamento de variedades crioulas e de parentes silvestres de alguns dos cultivos mais importantes no Brasil. Essa é uma tarefa complexa e singularmente importante, que requer o envolvimento de diversos setores da sociedade brasileira. Também por meio do Probio, o MMA coordenou o trabalho de identificação de espécies da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial utilizadas localmente e regionalmente – o Projeto Plantas para o Futuro. Os resultados desse projeto evidenciam sua importância, tendo em vista que 755 espécies foram priorizadas: 255 da Região Sul, 128 da Região Sudeste, 131 do Centro-Oeste, 162 do Nordeste e 99 da Região Norte.



Vincent Kurt Lo

Bancos de Germoplasma

O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), sob coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), é composto por instituições públicas federais e estaduais, universidades, empresas privadas e fundações que realizam pesquisa cooperativa em áreas geográficas diferentes e diversas áreas do conhecimento científico. Desde o seu estabelecimento, a Embrapa recebeu a incumbência de promover e possibilitar a introdução segura de recursos genéticos estratégicos para o País. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, um dos 39 Centros de Pesquisa, coordena as atividades de conservação de recursos genéticos pelo sistema conhecido como Plataforma Nacional de Recursos Genéticos. Entre 1976 e 2007, o Sistema de Troca e Quarentena de Germoplasma processou mais de 500.000 amostras, das quais mais de 400.000 foram importadas de todos os cantos do mundo. Esse sistema alimenta uma rede de 350 bancos de germoplasma e uma coleção-base (de conservação de longo prazo) composta de 212 gêneros, 668 espécies e mais de 107.000 acessos. O Instituto Agronômico de Campinas, por exemplo, iniciou a organização de suas coleções na década de 1930 e hoje conserva 32.543 amostras de 5.104 espécies vegetais, o que torna essa instituição uma das principais curadoras de germoplasma no Brasil. A Embrapa criou seu sistema de curadoria no início da década de 1980. Durante a última década, esse sistema foi aprimorado para definir, sistematizar e integrar todas as atividades indispensáveis para a gestão, a conservação e o uso de germoplasma. Até 2008, existiam 38 Curadores de Produtos ou Grupos de Produtos; 35 Curadores Assistentes; 111 Curadores de Bancos de Germoplasma e Curadores *ad hoc*, formando um total de aproximadamente 200 pessoas envolvidas em atividades de conservação e manejo de germoplasma. O estabelecimento de coleções-núcleo no Brasil foi priorizado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia que, durante o primeiro estágio baseado em parcerias, criou as coleções-núcleo de mandioca, milho e arroz. Após essa experiência, outras coleções-núcleo serão consideradas.

4.2 Ameaças à Biodiversidade

A necessidade da conservação global da biodiversidade é consenso em todos os setores da sociedade, não somente para a sua própria manutenção, mas, também, para a sustentação dos sistemas naturais que dão suporte à vida pelo valor econômico, atual e potencial das espécies. Contudo, a perda de biodiversidade é uma séria questão que afeta diretamente a manutenção e integridade dos ecossistemas e dos serviços ambientais utilizados pelos seres humanos, mobilizando a comunidade científica e o governo de diversos países (ARAÚJO, 1998), principalmente aqueles situados em áreas tropicais com altos índices de riqueza e endemismos, considerados *hotspots* de biodiversidade (MYERS et al., 2000).

Entre as ameaças que contribuem para agravar esse cenário, destacam-se a destruição e a degradação dos ambientes naturais para uso humano, as invasões biológicas por espécies exóticas invasoras e o emprego das denominadas modernas tecnologias, a exemplo da biologia sintética, da geoengenharia, da biotecnologia, da nanotecnologia e do uso de agrotóxicos. A grande preocupação é que, na maioria das vezes, não são considerados os princípios da precaução, da prevenção e do poluidor/pagador e, assim, muitos impactos negativos são refletidos na redução da biodiversidade, no desequilíbrio ambiental e na alteração da sadia qualidade de vida.

4.2.1 Perda de Hábitat, Fragmentação e Deterioração de Ecossistemas

Uma das consequências do aumento populacional humano é a ocupação de extensas áreas para a produção de alimentos, energia, estabelecimento e expansão de cidades e implantação de infraestruturas em geral. A conversão de hábitats em áreas com tais finalidades ocorre em níveis cada vez mais expressivos. Estima-se que mundialmente as florestas tropicais estejam perdendo entre 4 e 7 milhões de hectares, conforme observado para o período compreendido entre 1990 e 1997 (ACHARD et al., 2002). A perda de hábitat é a maior causa de perda de biodiversidade do planeta (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Essas modificações estão ligadas a significativas mudanças da composição de espécies e processos ecológicos mesmo em locais extremamente remotos e/ou prístinos nos trópicos (LEWIS et al., 2009). De acordo com Gardner et al. (2010), essa perda da cobertura vegetal deve-se, principalmente, à intensificação da agricultura em monoculturas de alimentos e biocombustíveis, extração de madeira, reflorestamento insustentável, urbanização, além do gado que, de acordo com Margulis (2003), é a maior causa do desmatamento na maior floresta tropical do mundo, a Amazônia.

Um exercício foi desenvolvido no Cerrado para estimar a perda potencial de espécies de aves caso a ocupação do território atinja 75%. De acordo com a análise realizada para o Cerrado, seria esperado que pelo menos 200 espécies de aves poderiam desaparecer com tal magnitude de supressão vegetal (MACHADO, R. B. et al., 2008). Obviamente, a resposta das espécies diante da perda de hábitat não é tão imediata assim, pois existe uma defasagem temporal entre o impacto e a mudança na riqueza de espécies.

A perda de hábitat é tida como a principal causa de ameaça às espécies nativas. De acordo com Baillie et al. (2004), aproximadamente 88% das aves, 86% dos mamíferos e 88% dos anfíbios globalmente ameaçados de extinção estão nessa condição, em virtude da destruição de seus hábitats. Na atualidade, estima-se que 20% das aves, 35% dos mamíferos e 39% das espécies de anfíbios estejam ameaçadas ou quase ameaçadas de extinção no planeta (BAILLIE et al., 2004). Considerando a mais recente lista de espécies ameaçadas de extinção no Brasil (BRASIL, 2003), existem 69, 156 e 15 espécies ameaçadas de extinção para os grupos de mamíferos, aves e anfíbios, respectivamente.

Outra grande ameaça à biodiversidade é a fragmentação de hábitat. O termo pode ser definido como “a modificação ou remoção de grandes áreas de vegetação natural que resulta na criação de um mosaico de ambientes fragmentados e isolados” (KATTAN et al., 1994) ou “o processo de subdivisão de hábitats contínuos em pequenas porções” (ANDREN, 1994; WIENS, 1994). Os efeitos desse processo podem ocasionar grandes alterações no microclima (SAUNDERS et al., 1991), na estrutura da vegetação (LOVEJOY et al., 1986), na composição das espécies e na condição fisiológica dos organismos (JANIN et al., 2011).

No Brasil, os estudos voltados para avaliar os efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade estão concentrados nos dois biomas florestais, Amazônia e Mata Atlântica, sendo que pouco se sabe sobre as respostas da fauna e flora no Cerrado, no Pantanal, na Caatinga ou nos Pampas. Pesquisas conduzidas na Amazônia, desde a década de 1980, apontam

para a perda seletiva de espécies em paisagens fragmentadas (BIERREGAARD JÚNIOR; LOVEJOY, 1989; KLEIN, 1998), alteração da dinâmica populacional das espécies (FUNK; MILLS, 2003) ou restrição seletiva da matriz de paisagem à movimentação das espécies (ANTONGIOVANNI; METZGER, 2005). Perturbações secundárias causadas pela ação humana como queimadas, extração de madeira e cata de lenha também causam impactos que comprometem a persistência das espécies autóctones (MICHALSKI; PERES, 2005).

4.2.1.1 Desmatamento

Os biomas brasileiros possuem diferentes graus de cobertura vegetal natural e também de velocidade de sua perda. O nível de fragmentação da vegetação nativa é indicativo do estado de conservação dos biomas, na medida que a vegetação define a existência, ou não, de hábitats para as espécies, a manutenção dos serviços ambientais ou o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações. A Amazônia e o Pantanal já estão com aproximadamente 20% de sua área natural convertida para outros usos, enquanto a Mata Atlântica e o Cerrado apresentam remanescentes naturais com elevado grau de fragmentação. Segundo dados publicados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite, do MMA, resta pouco mais de 20% de vegetação natural na Mata Atlântica e o Cerrado, nos últimos 50 anos, perdeu cerca de 50% de sua cobertura vegetal (Figura 4.16).

O Cerrado, importante região para o agronegócio brasileiro, é o bioma que mais perdeu área nativa nos últimos anos. Outros biomas, recentemente avaliados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite, executado pelo Ministério do Meio Ambiente, também apresentam preocupantes taxas de conversão. Mesmo na Amazônia, observam-se elevados níveis de desmatamento, em comparação com outras regiões florestais. De 1990 até 2002, houve tendência, significativamente, crescente de desmatamentos na região, sendo que, no período de 2002 a 2003, a taxa chegou a 2,4 milhões de hectares/ano (LAURANCE et al., 2004).

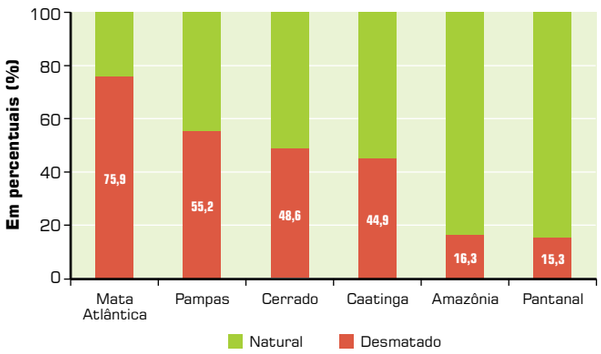


Figura 4.16 Área total desmatada em cada bioma brasileiro até 2009.

Fonte: Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite, do MMA

4.2.1.2 Queimadas e Incêndios

O fogo é um fenômeno que possui elevada capacidade de transformação do meio e da paisagem e pode alterar o ambiente natural levando a mudanças na dinâmica da flora e da fauna de um ecossistema, além de afetar outros componentes do ambiente, como o solo e o ar. A resposta da fauna à ocorrência desses eventos é variada, podendo favorecer algumas espécies e prejudicar outras, dependendo de sua intensidade (FRIZZO et al., 2011; VIEIRA; MARINHO-FILHO, 1998).

Como os organismos reagem de forma diferente à perturbação ocasionada pelo fogo, pode-se associar a um ecossistema determinado grau de vulnerabilidade ou resistência. Representando um extremo, estão os ecossistemas sensíveis ao fogo, onde a queima pode levar à destruição ou extinção de espécies e seus hábitats (SOARES; BATISTA, 2007). Ainda há ecossistemas, dependentes do fogo, que precisam dessa variável para preservar as espécies nativas, os hábitats e a paisagem.

Apesar das adaptações do ambiente, a ocupação humana no Cerrado implicou mudanças no regime de fogo. Segundo Dias (1998), no período entre 1600 até a década de 1960,



Jefferson Rudy

As Hidrelétricas e seus Impactos sobre a Biodiversidade

De modo geral, os barramentos nos rios produzem diversas alterações sobre os ambientes aquáticos. A montante das barragens, os impactos dependem das características do reservatório (localização, morfometria, hidrologia, desenho da barragem, procedimentos operacionais, descarga, tipos de solo e interação com outras barragens) (AGOSTINHO et al., 2005), que podem, por exemplo, levar à perda de locais de reprodução e outros importantes hábitats para diversas espécies, como pedrais e lagoas marginais.

A biodiversidade de planícies de inundação a jusante das barragens é também afetada pelo controle do regime de cheias por meio da redução das áreas de planície alagada, retenção de nutrientes e alteração nos hábitats proporcionada pela erosão (AGOSTINHO et al., 2004). Além disso, extinções locais e alterações abruptas da estrutura das comunidades ocorrem como resultado de mudanças no tempo de retenção e na qualidade da água (AGOSTINHO et al., 2005).

Os efeitos sobre os ecossistemas aquáticos são sentidos tanto pela instalação das UHEs quanto pelas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), para as quais podemos sistematizar os seguintes impactos associados: interrupção de rotas migratórias; aprisionamento de peixes durante a formação de ensecadeiras; diminuição do fluxo de água a jusante durante a formação e enchimento do reservatório; desvio do rio; transformação do ambiente lótico em lêntico; alterações limnológicas; alterações na comunidade de peixes; perda de hábitats; manutenção de um trecho com vazão reduzida; supressão da vegetação ciliar; flutuações diárias a jusante devido à regra operativa; flutuações diárias na área do reservatório em função da regra operativa; introdução de espécies exóticas; eutrofização do reservatório (SILVE; POMPEU, 2011).

a frequência de fogo no Cerrado passou a ser bienal/anual para a renovação de pastagens no final da estação seca. Nos últimos 30 anos, com o aumento populacional e das atividades florestais e agropecuárias, a frequência de fogo aumentou. Entre os efeitos adversos de queimadas frequentes para a flora lenhosa, já foram constatadas a diminuição da densidade arbórea, como consequência da redução do recrutamento de árvores, e o aumento do entouceiramento (MEDEIROS; FIEDLER, 2004), além da diminuição da diversidade de espécies (SAMBUICHI, 1991).

Além da frequência das queimadas, a alteração de uso do solo ocasionou mudanças na distribuição temporal do fogo ao longo do ano. Diferentemente dos incêndios iniciados por raios, aqueles atribuídos à causa humana ocorrem, normalmente, durante a estação seca, quando encontram as condições propícias (vegetação seca, umidade relativa baixa, ventos fortes) à propagação de grandes incêndios. A escolha do período de queima diz respeito à preparação de áreas de cultivo e à rebrota de pastos já castigados pela estiagem. No entanto, para as espécies nativas, os incêndios nesse período implicam grande prejuízo, pois há perturbação justamente no período em que o uso de suas reservas está no limite. Como resultado, tem-se a alta mortalidade, e até mesmo extinção local, com prejuízo à próxima geração de espécies do ecossistema atingido.

Dados disponibilizados pelo Inpe e medidos pelo satélite Aqua indicaram a ocorrência de 249.211 focos de calor ao longo de 2010 no Brasil. Desse total, 44,9% incidiram no Cerrado, 38,8% na Amazônia e os demais 16,3% nos outros biomas. Os estados de Mato Grosso, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia foram aqueles com maior ocorrência de focos de calor. Coincidentemente, essas são as Unidades da Federação que mais desmataram áreas de Cerrado entre os anos de 2002 e 2008 (BRASIL, 2009b). Os efeitos das queimadas sobre a fauna e a flora são variados e dependem da frequência e da intensidade de ocorrência, aspectos estes não correlacionados entre si (FRIZZO et al., 2011; PRADA; MARINHO-FILHO, 2004). Contudo, é cada vez mais preocupante a combinação de alta frequência de ocorrências de queimadas e a alta fragmentação dos ecossistemas, que provocam reduções locais de populações.

4.2.1.3 Perda de Espécies Associadas ao Patrimônio Espeleológico

A evolução de processos geológicos nas cavernas tende a criar estruturas que buscam o equilíbrio mecânico, porém, apesar desse notável estado natural de estabilidade, em grande parte das cavernas conhecidas, não se descarta a possibilidade de um acidente inesperado relacionado à dinâmica natural da cavidade, que está em constante transformação geológica, es-



Cristiano Fernandes Ferreira

pecialmente quando associada à ação de águas subterrâneas (INSTITUTO CHICO MENDES, 2007).De fato, os ambientes cavernícolas podem ser desestruturados por alterações do meio externo, decorrentes de fenômenos naturais ou antrópicos, o que pode comprometer – em médio ou longo prazo – o estado de conservação desse ambiente (Tabela 4.10). Diferenças na drenagem subterrânea causadas por desabamentos em cavernas podem ocasionar, por exemplo, alterações no regime hídrico do meio externo, impactando espécies aquáticas, e das matas ciliares (FERREIRA; MARTINS, 2001).

Tabela 4.10 Principais impactos potenciais ao patrimônio espeleológico e espécies associadas.

Atividade/região cárstica	Impactos potenciais
Mineração: Quadrilátero Ferrífero (MG), Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis (MG), Lagoa Santa (MG), Montes Claros (MG), São Desidério (BA).	Degradação visual, interferência nas rotas de drenagem subterrânea, poluição dos aquíferos, vibração nas cavernas decorrentes das detonações para desmontes, sobrepressão acústica, supressão total ou parcial.
Obras de infraestrutura: Lagoa Santa (MG), Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis (MG), Montes Claros (MG), Serra do Ramalho (BA), São Desidério (BA).	Poluição e superexplotação de aquíferos, abatimentos induzidos, erosão superficial e assoreamento de cavernas, chuva ácida, poluição atmosférica, inundações, sobrepressão acústica e alteração do sistema de drenagem (terraplenagem).
Desmatamento/atividades agropastoris: Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis (MG), Montes Claros (MG), Lagoa Santa (MG), São Desidério (BA), Campo Formoso (BA).	Fragmentação de hábitats, perda de espécies vegetais e animais, erosão e assoreamento de corpos hídricos, alteração do biótopo cavernícola, contaminação de aquíferos por pesticidas e fertilizantes, superexplotação dos aquíferos.
Turismo e uso religioso intensivo: Montes Claros (MG), Lagoa Santa (MG), Serra do Ramalho (BA), São Domingos (GO), Chapada Diamantina (BA), Campo Formoso (BA), Cordisburgo (MG), Formosa (GO).	Obras de engenharia no interior das cavernas, destruição de espeleotemas, pichações, liquefação e compactação do piso das cavernas, alteração de biótopo cavernícola, geração de lixo, poluição de corpos hídricos.
Visitação desordenada: Montes Claros (MG), Lagoa Santa (MG), Serra do Ramalho (BA), São Desidério/BA, Campo Formoso (BA).	Pisoteamento, quebra de espeleotemas, pichações, poluição da caverna.

Fonte: Modificado de Piló e Auler (2011)

As principais ameaças sofridas pelas espécies cavernícolas são a perda e a descaracterização de seus hábitats, causadas pela supressão de cavidades, deposição de estéreis e sedimentos em dolinas e sumidouros, degradação da vegetação do entorno da caverna, mineração, obras de engenharia e infraestrutura, fogo acidental ou proposital, além da expansão urbana.

Informações sobre as espécies de invertebrados e de peixes cavernícolas ameaçadas de extinção, de acordo com classificação do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MACHADO, A. B. M. et al., 2008) estão apresentados na Tabela 4.11 e na Tabela 4.12, respectivamente.

Tabela 4.11 Invertebrados cavernícolas ameaçados de extinção no Brasil.

Categoria taxonômica (nome vulgar)	Hábitat	Local de referência	Município	UF	CNC/SBE[1]	Categoria de ameaça[2] (principais ameaças)	Bioma
Arrhopalites amorimi (colembolo)	Gruta Casa de Pedra	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-9	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica
Arrhopalites gnaspinius (colembolo)	Gruta do Alambari de Baixo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-12	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica
Arrhopalites lawrencei (colembolo)	Gruta da Tapagem ou Caverna do Diabo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-2	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica
Arrhopalites papaveroi (colembolo)	Gruta João Arruda	Serra da Bodoquena	Bonito	MS	MS-14	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Pantanal
Arrhopalites wallacei (colembolo)	Gruta do Morro Preto I	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-21	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica
	Gruta do Morro Preto II				SP-22		
Trogolaphysa aelleni (colembolo)	Gruta das Areias de Cima	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-18	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica

Categoria taxonômica (nome vulgar)	Hábitat	Local de referência	Município	UF	CNC/SBE[1]	Categoria de ameaça[2] (principais ameaças)	Bioma
Trogolaphysa hauseri (colembolo)	Gruta da Tapagem ou Caverna do Diabo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-2	VU (perda/degradação de hábitat, fatores intrínsecos, perturbação humana, poluição)	Mata Atlântica
Coarazuphium bezerra (besouro)	Lapa do Bezerra	Parque Estadual de Terra Ronca	São Domingos	GO	GO-45	VU (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Coarazuphium cessaima (besouro)	Lapa do Bode	Chapada Diamantina	Itaeté	BA	BA-34	VU (perda/degradação de hábitat)	Caatinga
Coarazuphium pains (besouro)	Gruta das Tabocas III	Província Espeleológica Arcos-Pains-Doresópolis	Pains	MG	não cadastrada	VU (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Coarazuphium tessai (besouro)	Gruta do Padre	-	Santana	BA	BA-52	VU (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Schizogenius ocellatus (besouro)	Gruta de Pescaria	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Apiaí	SP	SP-10	VU (perda/degradação de hábitat)	Mata Atlântica
	Caverna de Santana	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-41	VU (perda/degradação de hábitat)	Mata Atlântica
	Gruta da Lage Branca	-	Iporanga	SP	SP-30	VU (perda/degradação de hábitat)	Mata Atlântica
Anapistula guyri (aranha-de-teia-de-solo)	Lapa do Passa Três	Parque Estadual de Terra Ronca	São Domingos	GO	GO-14	VU (fatores intrínsecos, perturbação humana)	Cerrado
Charinus troglobius (aranha-chicote)	Gruta do Zé Bastos	Serra do Ramalho	Carinhanha	BA	não cadastrada	CR (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Giupponia chagasi (opilião, aranha-bode, aranha-fedorenta)	Boqueirão	Serra do Ramalho	Carinhanha	BA	BA-387	CR (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
	Gruta do Zé Bastos	Serra do Ramalho	Carinhanha	BA	não cadastrada	CR (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Pachylospeleus strinatii (opilião, aranha-bode, aranha-fedorenta)	Gruta das Areias de Cima	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-18	VU (perda/degradação de hábitat, perturbação humana)	Mata Atlântica
	Gruta das Areias de Baixo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	não cadastrada		
Iandumoema uai (opilião, aranha-bode, aranha-fedorenta)	Gruta Olhos D`Água	APA Cavernas do Peruaçu	Itacarambi	MG	MG-288	CR (perda/degradação de hábitat)	Cerrado
Spaeleoleptes spaeleus (opilião, aranha-bode, aranha-fedorenta)	Lapa Nova de Maquiné	Monumento Natural Estadual Peter Lund	Cordisburgo	MG	MG-243	EN (perda/degradação de hábitat, perturbação humana)	Mata Atlântica
Maxchernes iporangae (pseudo-escorpião)	Caverna Alambari de Baixo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-12	EN (perda/degradação de hábitat, perturbação humana/turismo)	Mata Atlântica
	Ressurgência das Areias das Águas Quentes	-	Iporanga	SP	SP-16		
Pseudochthonius strinatii (pseudo-escorpião)	Gruta das Areias de Cima	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-18	VU (perda/degradação de hábitat, perturbação humana)	Mata Atlântica
	Caverna Morro Preto II	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-22		
	Gruta da Tapagem ou Caverna do Diabo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-2		
	Gruta do Rocha	-	Cerro Azul	PR	PR-106		
	Buraco do Medo	-	Sete Lagoas	MG	MG-95		
	Lapa Vermelha I	Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha	Pedro Leopoldo	MG	MG-426		
	Lapa Vermelha VI				MG-427		
	Lapa Vermelha VII				MG-428		

Categoria taxonômica (nome vulgar)	Hábitat	Local de referência	Município	UF	CNC/SBE[1]	Categoria de ameaça[2] (principais ameaças)	Bioma
Leodesmus yporangae (piolho-de-cobra)	Caverna Areias de Cima	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-18	VU (perda/degradação de hábitat, perturbação humana/turismo)	Mata Atlântica
	Caverna Areias de Baixo				não cadastrada		
	Ressurgência das Areias de Águas Quentes				SP-16		
	Caverna Alambari de Cima				SP-11		
Peridontodes mella alba (piolho-de-cobra)	Gruta Bethary de Baixo	-	Iporanga	SP	SP-47	VU (perturbação humana)	Mata Atlântica
	Gruta Espírito Santo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-72		
	Caverna Areias de Baixo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	não cadastrada		
	Gruta dos Paiva	-	Iporanga	SP	SP-42		
	Gruta Mina do Paqueiro	-	Adrianópolis	PR	PR-138		
	Gruta Ermida Paiol do Alto	-	Adrianópolis	PR	PR-108		
Yporangiella stygius (piolho-de-cobra)	Gruta do Monjolinho	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-3	VU (turismo e raridade da espécie)	Mata Atlântica

Fonte: Atualizado de Machado, A. B. M. et al. (2008)

[1] Cadastro Nacional de Cavernas (CNC) da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)
[2] VU = Vulnerável; CR = Criticamente em Perigo; EN = Em Perigo.

Tabela 4.12 Peixes cavernícolas ameaçados de extinção.

Categoria taxonômica (nome vulgar)	Hábitat	Local de ocorrência	Município	UF	CNC/SBE[1]	Categoria de ameaça[2] (principais ameaças)	Bioma
Eigenmannia vicentespelaea (ituí, tuvira)	Lapa de São Vicente I	Parque Estadual de Terra Ronca	São Domingos	GO	GO-5	VU (fatores intrínsecos e perturbação humana)	Cerrado
	Lapa de São Vicente II	Parque Estadual de Terra Ronca	São Domingos	GO	GO-9	VU (fatores intrínsecos e perturbação humana)	Cerrado
Stygichthys typhlops (piaba-branca)	Lençol freático do Rio Jaíba (próximo ao Parque Nacional Cavernas do Peruaçu)	Drenagem do Córrego Escuro, afluente do Rio Verde Grande, Alto São Francisco	Jaíba	MG	----	VU (alto endemismo e perturbação humana)	Cerrado Caatinga
Trichomycterus itacarambiensis (cambeva)	Caverna Olhos D'Água	APA Cavernas do Peruaçu	Itacarambi	MG	MG-288	VU (alto grau de endemismo e turismo)	Cerrado
Pimelodella kronei (bagre-cego-de-iporanga)	Gruta das Areias de Cima	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	SP-18	VU (mineração e coleta excessiva)	Mata Atlântica
	Gruta Areias de Baixo	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	Iporanga	SP	não cadastrada		Mata Atlântica

Fonte: Atualizado de Machado, A. B. M. et al. (2008)

[1] Cadastro Nacional de Cavernas (CNC), da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE);
[2] VU = Vulnerável.

Com relação aos mamíferos registrados em ambientes cársticos e que possuem associação com cavernas, destacam-se duas espécies de morcegos classificadas como vulneráveis: *Lonchophylla dekeyseri* (morceguinho-do-cerrado) e *Lonchophylla bokermanni* (morcego-beija-flor) (Tabela 4.13). A *Lonchophylla dekeyseri* é uma espécie nectarívora, dependente de cavernas para abrigo e de plantas do Cerrado para completar seu ciclo de vida (AGUIAR et al., 2006). A *Lonchophylla bokermanni*, também nectarívora, possui distribuição restrita, sendo endêmica de poucas áreas do Cerrado e da Mata Atlântica nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (NOVAES et al., 2010). Esta última espécie é considerada ameaçada de extinção por possuir populações pequenas e isoladas, além de apresentar distribuição restrita e sofrer com a rápida destruição de seus hábitats (BERGALLO et al., 2000; MACHADO et al., 2005 apud NOVAES et al., 2010).

Tabela 4.13 Morcegos associados a ambientes cavernícolas e ameaçados de extinção.

Categoria taxonômica	Hábitat	UF	Categoria de ameaça[1] (principais ameaças)	Bioma
Loncophylla dekeyseri (morceguinho-do-cerrado)	APA do Planalto Central	DF/GO	VU (perda/fragmentação de hábitat, extermínio por causa da raiva, mineradoras, agricultura, pecuária e fogo)	Cerrado
	APA Distrital de Cafuringa APA Distrital Gama-Cabeça de Veado Parque Nacional de Brasília	DF		
	APA Nascentes do Rio Vermelho Parque Nacional das Emas Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	GO		
	APA do Morro da Pedreira Parque Nacional da Serra do Cipó	MG		
	Estação Ecológica Serra das Araras	MT		
	Parque Nacional de Sete Cidades	PI		
Loncophylla bokermanni (morcego-beija-flor)	Ecológica Estadual Paraíso Ilha Grande Parque Estadual da Pedra Branca Parque Nacional da Serra dos Órgãos Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu Reserva Biológica de Poço das Antas Reserva Biológica do Tinguá Reserva Rio das Pedras Ilha da Gipoia Restinga da Marambaia	RJ		Mata Atlântica

Fonte: Atualizado de Machado, A. B. M. et al. (2008)

[1] VU = Vulnerável

4.2.2 Alteração na Estrutura dos Ecossistemas, das Comunidades e das Populações

Os sistemas ecológicos ou ecossistemas são constituídos pelo conjunto dos seres vivos e pelos ambientes físico e químico que os envolvem. A alteração de quaisquer elementos tende a causar modificações em todo o sistema, podendo ocorrer a perda do equilíbrio reinante nas comunidades, populações e no meio abiótico.

Entre as ameaças que têm causado alterações importantes nos ecossistemas ou nos seus elementos – desencadeadas por intervenções humanas no ambiente – destacam-se algumas com efeitos conhecidos, como espécies invasoras (exóticas ou não), o uso indiscriminado de agrotóxicos, o tráfico de animais silvestres e a biopirataria, ou consequências ainda pouco conhecidas como os organismos geneticamente modificados.

4.2.2.1 Espécies Invasoras

As invasões biológicas, causadas por espécies exóticas, são consideradas, atualmente, a segunda maior causa de diminuição da diversidade biológica do planeta, perdendo apenas para a conversão direta de ambientes para uso humano. Elas possuem elevado potencial de dispersão, de colonização e de dominação dos ambientes invadidos, exercendo, em consequência, pressão sobre as espécies nativas e, por vezes, ocasionando sua própria exclusão (extinção local). As UCs – que desempenham papel de reservas genéticas de recursos biológicos – são particularmente afetadas por esse fenômeno. A presença de espécies invasoras cria, muitas vezes, condições favoráveis para o alojamento de outras espécies invasoras que normalmente não se estabeleceriam.

Calcula-se que desde o ano de 1600, as espécies exóticas invasoras contribuíram com 39% das extinções de animais, cujas causas são conhecidas, e que mais de 120 mil espécies exóticas de plantas, animais e microrganismos já invadiram os Estados Unidos da América, o Reino Unido, a Austrália, a Índia, a África do Sul e o Brasil (CBD, 2004).

A degradação ambiental causada pelas invasões biológicas coloca em risco atividades extrativistas, econômicas e culturais ligadas ao uso dos recursos naturais. As invasões biológicas tendem a alterar propriedades ecológicas essenciais dos ecossistemas como o ciclo de nutrientes e o hidrológico, a produtividade, a cadeia trófica, a estrutura da comunidade vegetal (distribuição, densidade, dominância, funções de espécies), o acúmulo de biomassa, as taxas de decomposição, os processos evolutivos e as relações ecológicas entre diferentes espécies, podendo, até mesmo, gerar híbridos com espécies nativas.

No Brasil, o setor produtivo estima perda de US$ 43 bilhões/ano em decorrência da presença dessas espécies, que vêm assumindo significado cada vez maior como ameaça real à biodiversidade e ao ambiente produtivo, dada a disseminação e dominação, de forma perigosa, em diferentes ecossistemas, ameaçando a integridade e o equilíbrio dessas áreas. Existem várias espécies potencialmente invasoras que foram ou estão sendo utilizadas para exploração econômica, como pinus, eucalipto, javali, tucunaré, tilápia, búfalos, camarões exóticos, lírio-do-brejo, amarelinho e, ainda, *Leucena* sp., *Acacia* sp. e tantas outras, que são introduzidas com diferentes finalidades (ornamental, barreiras como quebra-vento, cobertura de solo, alimentícia, forragem e produção florestal).

No Rio Grande do Sul, por exemplo, o capim-anoni (*Eragrostis plana*) ameaça os sistemas seculares de produção de gado em razão da perda da cobertura vegetal nativa, composta por diversas espécies de gramíneas, leguminosas e outras famílias importantes do ponto de vista nutricional. Estima-se que dos 15 milhões de hectares de campos naturais, três milhões estejam invadidos por essa gramínea africana, com prejuízos de mais de US$ 75 milhões/ano à pecuária. A espécie invasora hoje já chegou aos estados de Santa Catarina e Paraná.



Vicent Kurt Lo

A água doce é um ambiente particularmente vulnerável às invasões biológicas pela facilidade em transportar diásporas a grandes distâncias, representando o segundo mecanismo mais importante para dispersão, depois do vento (ROCHA et al., 2005).

Geralmente, a ideia de espécie exótica invasora está associada à introdução de espécies de um continente a outro. No caso da fauna e flora de águas doces, a transposição de espécies de uma bacia hidrográfica para outra pode representar ameaça similar, ainda que no mesmo continente (ROCHA et al., 2005).

Em ambientes marinhos, as bioinvasões são, frequentemente, relacionadas com o zooplâncton devido à alta probabilidade de associações dessa comunidade com vetores de transporte antropogênico. A introdução de espécies marinhas exóticas em diferentes ecossistemas, por meio da água de lastro dos navios e por incrustação no casco destes, foi identificada como uma das quatro maiores ameaças aos oceanos do mundo.

Para o ambiente marinho, das 58 espécies exóticas identificadas neste estudo, nove são apontadas como espécies invasoras (Tabelas 4.14 e 4.15) sendo 30% dessas espécies originárias do Oceano Indo-Pacífico, 14% do Pacífico Leste, 10% do Oeste e Atlântico Oeste/Caribe e 8% do Atlântico Leste, permanecendo, entretanto, indeterminada a origem de 19% destas.

A água de lastro é apontada como a principal (26%) causa da introdução das espécies invasoras marinhas e a partir do ponto de chegada, as correntes marinhas são o meio natural e principal para ampliar a dispersão, seguida pelas incrustações. Outros vetores importantes são a aquicultura, o processamento de frutos do mar e o aquariofilismo (BRASIL, 2011).

Tabela 4.14 Situação populacional das espécies exóticas marinhas no Brasil, conforme o grupo biológico, em espécies detectadas em ambiente natural, espécies estabelecidas em ambiente natural e espécies invasoras.

Grupo	Detectadas	Estabelecidas	Invasoras	Total de espécies	Contribuição relativa das comunidades biológicas (%)
Fitoplâncton	-	1	2	3	5
Zooplâncton	3	3	-	6	10
Fitobentos	1	3	1	5	9
Zoobentos	21	13	6	40	69
Peixes	3	1	-	4	7
Total	**28**	**21**	**9**	**58**	**100**

Fonte: Brasil (2009a)

Tabela 4.15 Lista das espécies invasoras atuais na zona costeira brasileira.

Invasoras			
Fitoplâncton	Bacillariophyta	Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus wailesii*
	Dinoflagellata	Goniodomaceae	
Fitobentos	Chlorophyta	Caulerpaceae	*Caulerpa scalpelliformis* var. *denticulata*
Zoobentos	Cnidaria	Anthozoa	*Tubastraea coccinea*
			Tubastraea tagusensis
	Mollusca	Bivalvia	*Isognomon bicolor*
			Myoforceps aristatus
	Arthropoda	Decapoda	*Charybdis hellerii*
	Chordata	Ascidiacea	*Styela plicata*

Fonte: Brasil (2009a)

Entre os vertebrados, o grupo dos peixes é o maior destaque em relação à introdução de espécies exóticas no século XX, com graves consequências em diferentes partes do mundo, incluindo o Brasil.

Os estudos mostram que a Amazônia apresenta número menor de espécies invasoras, seguida pela Região Centro-Oeste. Já as regiões mais populosas e costeiras como o Sudeste, Sul e Nordeste são as mais invadidas. As espécies exóticas utilizadas na piscicultura, soltas na natureza de forma intencional ou não, como as de carpas e de tilápias, são outra grande ameaça à fauna nativa. Para águas continentais, os estudos computaram 154 espécies exóticas, distribuídas em 11 grupos, sendo que destas, 38 são consideradas invasoras atuais no Brasil, cujos dados estão mostrados na Tabela 4.16. Ressalta-se, entretanto, que essa é uma primeira estimativa nacional e não representa um inventário completo de todo o vasto sistema hidrográfico brasileiro (BRASIL, 2011).

Tabela 4.16 Situação populacional das espécies exóticas em águas continentais no Brasil, nos diferentes grupos biológicos e em diferentes situações populacionais como espécies contidas (cont.), criptogênicas (cript.), detectadas em ambiente natural (detec.), estabelecidas em ambiente natural (estab.) e invasoras (inv.).

Grupo	Organismos	Cont.	Cript.	Detec.	Estab.	Inv.	Total de espécies
Microrganismos	Cianobactérias		10				10
	Protozoários			1			1
	Rotíferos					1	1
Cnidários	Hidrozoários					2	2
Helmintos	Vermes	3					3
Anelídeos	Sanguessugas			1			1
Moluscos	Bivalves				1	3	4
	Gastrópodes			1		2	3
Microcrustáceos	Pulgas-d'água	2		1			3
	Branchonetas	1					1
Crustáceos	Caranguejos			1			1
	Copepodídeos					1	1
	Camarões			2		2	5
Peixes		2		71	15	13	101
Anfíbios		1			2	1	4
Répteis					1		1
Macrófitas						12	12
Total	-	**9**	**10**	**78**	**19**	**37**	**154**

Fonte: Brasil (no prelo)

Apesar do relativo esforço para a produção de dados sobre os organismos exóticos invasores, são poucos os trabalhos que tratam a questão e os maiores investimentos, em geral, visam apenas minimizar os processos de invasão estabelecidos, que causam problemas econômicos imediatos, como é o caso da invasão dos moluscos corbícula (*Corbicula* spp.), mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*)[3] e o caramujo-africano (*Achatina fulica*).

[3] O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), molusco bivalve originário da Ásia, de água doce ou salobra, introduzido na Bacia do Prata, Argentina, em 1991, vem avançando pelos rios Paraná e Paraguai. Esse é um exemplo típico de espécie exótica invasora. Seu primeiro registro no Brasil foi em 1998, na área do Delta do Jacuí, em frente ao porto de Porto Alegre (RS). Em 2004, constatou-se a presença do mexilhão nas eclusas e na represa de Ilha Solteira.

4.2.2.2 Tráfico de Animais Silvestres

O tráfico de biodiversidade da fauna ou da flora, além de trazer sérias consequências ecológicas e sanitárias, tem ocasionado problemas de ordem econômica e social, com incalculável quantia financeira movimentada irregularmente no País.

A fiscalização estadual de ilícitos relacionados à fauna, sob responsabilidade das polícias militares ambientais, aumenta progressivamente em número e eficiência, graças aos esforços contínuos de descentralização de responsabilidades, conforme preconizado pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (Lei nº 6.938/81). Dessa forma, o Ibama, como órgão executor federal da PNMA, tem conseguido centrar esforços nos ilícitos de maior magnitude, com resultados significativos alcançados por meio da dissuasão de suas ações.

A Figura 4.17 apresenta o resultado do levantamento, feito ao longo de 8 anos, das entradas de animais silvestres, por apreensões, nos Centros de Triagem de Animais Silvestres (Cetas).

Os Cetas evidenciam-se como importantes aliados às ações de repressão ao tráfico, não somente por fornecer relevantes informações sobre animais silvestres apreendidos, resgatados ou oriundos de entregas voluntárias, mas por prestar os cuidados necessários para sua reabilitação e melhor destinação.

Num diagnóstico mais amplo sobre as ações de combate aos ilícitos relacionados à fauna, percebe-se a distinção entre cada ente da Federação. Entre 2005 e 2010, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro destacaram-se como os estados brasileiros com maior número de autos de infração aplicados, enquanto Sergipe e Tocantins despontaram com os menores números (Figura 4.18). Em relação ao valor total de autos de infração, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Amazonas e Pará destacaram-se como os estados mais participativos, ao contrário do Maranhão e Tocantins, que apresentaram os menores valores.

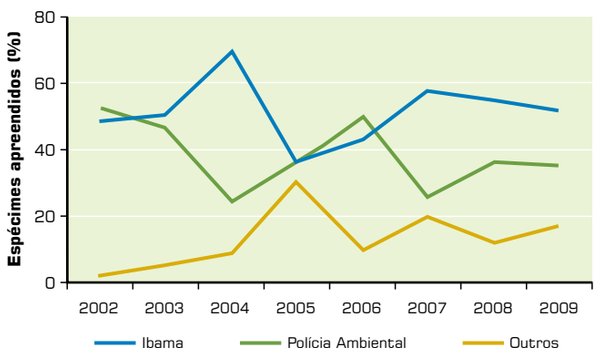


Figura 4.17 Percentual de entrada de animais nos Cetas oriundos de apreensão.
Fonte: Ibama

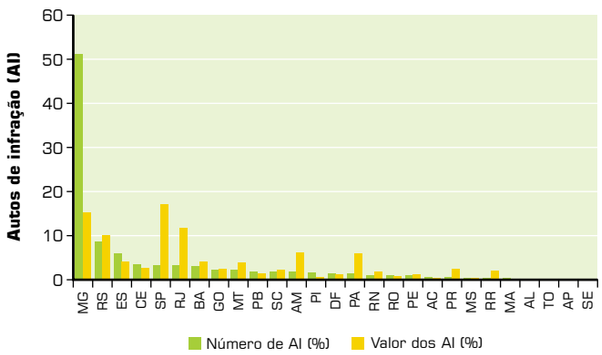


Figura 4.18 Percentual de Autos de Infração (AI) aplicados nos estados brasileiros, no período de janeiro de 2005 a 2010, relativos à fauna silvestre.
Fonte: Ibama


Nicélio Acácio da Silva

Na Figura 4.19 foram agrupadas as principais rotas do tráfico de animais silvestres no Brasil, incluindo os principais aeroportos, áreas-fonte e de comércio. Observa-se que a fauna brasileira vem sendo retirada das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e, via terrestre e fluvial, enviada ao Nordeste, Sudeste e Sul, alimentando o mercado interno. Em relação ao mercado ilegal externo, nota-se também a importância de regiões fronteiriças como as localizadas no Norte, Centro-Oeste e Sul, bem como os portos e aeroportos do Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil.

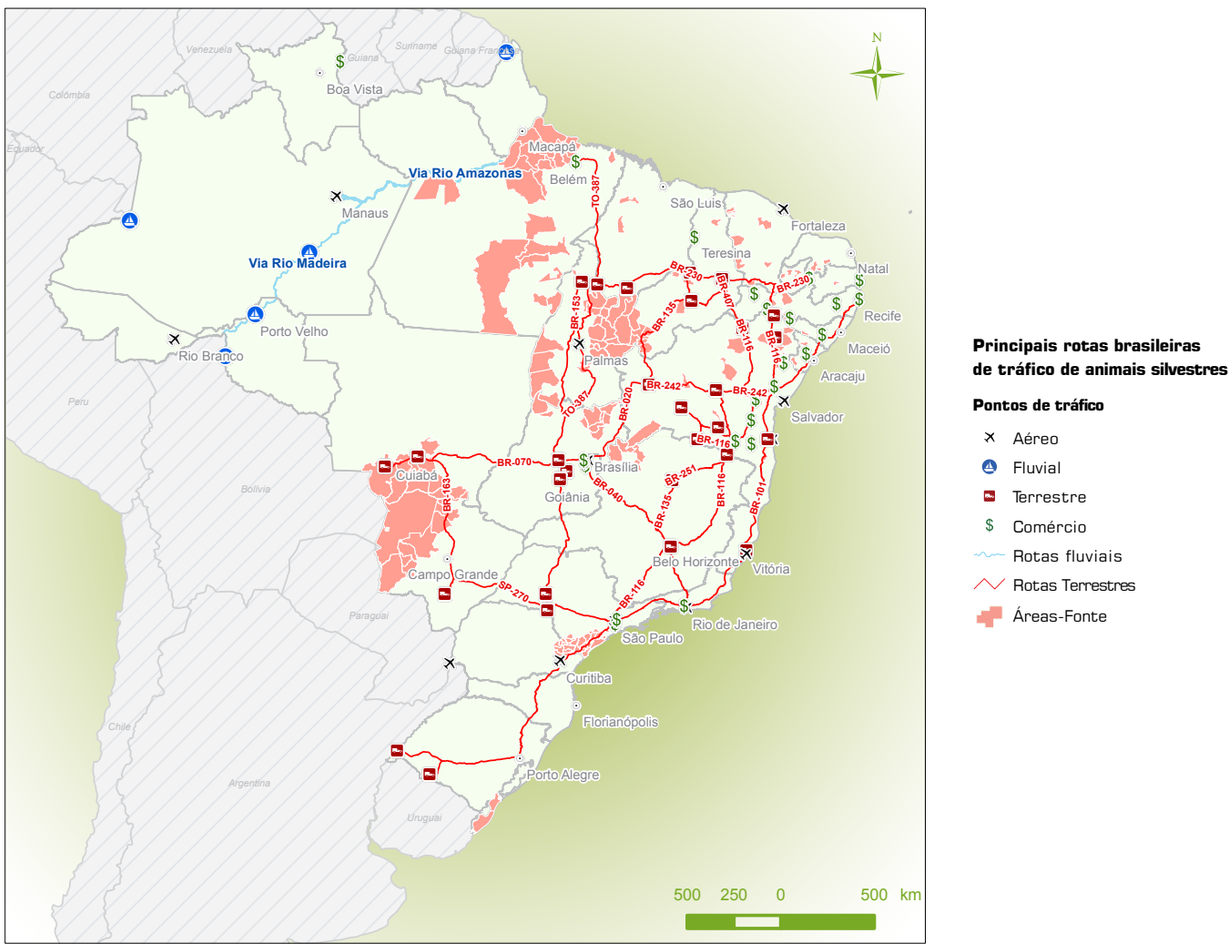


Figura 4.19 Principais rotas para o tráfico de animais silvestres no Brasil.
Fonte: Ibama



Diego Augusto Zanini

Todavia, deve-se destacar que as apreensões feitas pelos órgãos ambientais, por representarem apenas uma parcela da dimensão do problema, prejudicam o processo de estimação do número exato de animais traficados, inclusive ao considerar que a retirada de animais para fins domésticos não possui qualquer dado estatístico e é ainda uma prática comum em todo o País.

Ainda assim, a Coordenação de Fauna e Recursos Pesqueiros do Ibama aponta o quanto é expressiva a movimentação de fauna nos Cetas brasileiros, pois somente em 2008 o número de recebimentos ultrapassou 60.000 animais e o de destinações 40.000. Deve-se ressaltar, no entanto, que esse número ainda é reduzido, uma vez que grande parte dos animais apreendidos em ações fiscalizatórias, por ainda estar em estado selvagem, é solta antes mesmo de chegar aos centros de triagem.

A Tabela 4.17 apresenta a lista das 30 espécies mais apreendidas pelo Ibama e instituições conveniadas entre 2005 e 2009, segundo dados do Sistema de Controle, Cadastro e Fiscalização (Sicafi), gerenciado pelo Ibama.

A classe das aves foi a mais representativa (80%), seguida pelos répteis (16,67%). As famílias mais representativas foram Emberizidae (30%), Thraupidae (13,33%) e Podocnemi-

Tabela 4.17 Espécies mais apreendidas pelo Ibama entre 2005 e 2009.

Classificação	Tipo	Classe	Família	Espécie[1]	Nome popular
1º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sicalis flaveola*	Canário-da-terra-verdadeiro
2º	Silvestre	Aves	Thraupidae	*Saltator similis*	Trinca-ferro-verdadeiro
3º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila caerulescens*	Coleirinho
4º	Silvestre	Aves	Cardinalidae	*Cyanoloxia brissonii*	Azulão
5º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila angolensis*	Curió
6º	Silvestre	Reptilia	Podocnemididae	*Podocnemis expansa*	Tartaruga-da-amazônia
7º	Silvestre	Aves	Icteridae	*Gnorimopsar chopi*	Graúna
8º	Doméstica	Aves	Phasianidae	*Gallus gallus*	Galo-de-briga
9º	Silvestre	Aves	Thraupidae	*Paroaria dominicana*	Cardeal-do-nordeste
10º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila lineola*	Bigodinho
11º	Silvestre	Reptilia	Podocnemididae	*Podocnemis sextuberculata*	Aiacá
12º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Tico-tico
13º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila nigricollis*	Baiano
14º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila collaris*	Coleiro-do-brejo
15º	Silvestre	Aves	Psittacidae	*Amazona aestiva*	Papagaio-verdadeiro
16º	Silvestre	Reptilia	Alligatoridae	*Caiman crocodilus*	Jacaretinga
17º	Silvestre	Aves	Turdidae	*Turdus rufiventris*	Sabiá-laranjeira
18º	Silvestre	Aves	Thraupidae	*Paroaria* sp.	Cardeal
19º	Silvestre	Aves	---	*Várias*	Passarinho
20º	Silvestre	Aves	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Avoante
21º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila albogularis*	Golinho
22º	Doméstica	Mammalia	Bovidae	*Bos* sp.	Boi-doméstico
23º	Silvestre	Aves	Psittacidae	Várias	Papagaio
24º	Silvestre	Aves	Fringillidae	*Sporagra magellanica*	Pintassilgo
25º	Silvestre	Reptilia	Podocnemididae	*Podocnemis unifilis*	Tracajá
26º	Silvestre	Aves	Icteridae	*Icterus jamacaii*	Corrupião
27º	Silvestre	Aves	Emberizidae	*Sporophila maximiliani*	Bicudo
28º	Silvestre	Reptilia	Testudinidae	*Chelonoidis* sp.	Jabuti
29º	Silvestre	Aves	Turdidae	*Turdus* sp.	Sabiá
30º	Silvestre	Aves	Thraupidae	*Lanio cucullatus*	Tico-tico-rei

Fonte: Ibama

[1] Nomenclatura atualizada de acordo com as listas CBRO (http://www.cbro.org.br) e SBH (http://www.sbherpetologia.org.br/).

didae (10%). A espécie mais apreendida pela fiscalização ambiental, no período amostrado, foi *Sicalis flaveola* (canário-da-terra-verdadeiro), seguida por *Saltator similis* (trinca-ferro-verdadeiro) e *Sporophila caerulescens* (coleirinho).

Observa-se, ainda, a intrínseca relação entre a criação de passeriformes com o tráfico de animais silvestres, uma vez que as cinco espécies do topo da lista figuram entre os táxons autorizados para criação amadora e comercial de passeriformes (Instrução Normativa Ibama nº 10/2011 – Anexo I). Todos os outros passeriformes da Tabela 4.17 também são espécies autorizadas para atividade amadorista e comercial.

Algumas espécies exclusivamente amazônicas também aparecem na lista, como tracajá, aiacá e tartaruga-da-amazônia, todas muito apreciadas na culinária regional e encontradas na natureza em populações numerosas. O galo doméstico (*Gallus gallus*) e o boi doméstico (*Bos sp.*) também obtiveram destaque nacional nas apreensões, uma vez que o primeiro é muito utilizado em rinhas, sendo alvo das ações de repressão aos maus-tratos animais, e o segundo é objeto de materialidade de infração nas áreas embargadas por desmatamento, principalmente na Amazônia Legal.



Sérgio Andreas Schubart

4.2.2.3 Biopirataria e Não Repartição dos Benefícios da Biodiversidade

Nos últimos anos, os órgãos de defesa do meio ambiente vêm se deparando com uma nova categoria de ilícito ambiental que ameaça a conservação dos biomas e o modo de vida de povos que vivem em contato com a natureza. Esse novo tema pode, aparentemente, não ter relação direta com a preservação ambiental, mas, se corretamente combatido, pode refletir em ações que promovam alternativas econômicas para a sobrevivência dos biomas mais impactados pelo extrativismo.

Biopirataria é o nome dado à utilização não autorizada das informações contidas no patrimônio genético das espécies que nascem, vivem ou participam de seu ciclo de vida no território ou, ainda, que adquiriram características especiais em decorrência das condições edafoclimáticas do Brasil. O termo também inclui a obtenção não autorizada de informações pertencentes a povos ou comunidades tradicionais, cujo conhecimento sobre a aplicação das espécies de plantas, animais e fungos é empírico e se construiu ao longo de gerações, despertando interesse da sociedade moderna por seu valor estratégico. Também se pode incluir a remessa ilegal de componentes da biodiversidade ao exterior, estejam eles vivos ou mortos, inteiros ou em partes, que deve ser diferenciada do tráfico internacional de fauna pela finalidade a que se destina.



Sérgio Andreas Schubart

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) é o grande marco mundial do combate à biopirataria internacional. A Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, disciplina regras para quem deseja acessar as informações de origem genética de espécies da biodiversidade brasileira ou os conhecimentos que comunidades tradicionais têm sobre ela. Devido à complexidade do tema, que envolve aspectos de biologia molecular, antropologia e propriedade intelectual, a referida Medida Provisória ainda recebe muitas críticas por não estabelecer critérios para o tratamento de assuntos como o conhecimento comum entre diversas comunidades, o conhecimento difuso, as informações genéticas virtuais e os diversos pontos de exploração econômica de produtos contendo insumos naturais.

Assim, com base nessa norma e no Decreto nº 5.459, de 7 de junho de 2005, que disciplina as sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado, o Ibama, em junho de 2010, deflagrou a Operação Novos Rumos I, cujo foco inicial foi auditar 107 processos de solicitação de acesso ao patrimônio genético e/ou ao conhecimento tradicional associado, todos sobrestados pelo MMA, por conterem irregularidades em face da norma vigente. Entre os interessados estavam universidades federais, centros de pesquisa e empresas de diversos segmentos, a maioria vinculada à área cosmética.

A análise dos processos possibilitou a elaboração de um diagnóstico das espécies mais procuradas para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos no Brasil. Das 160 espécies detectadas nos 107 processos, apenas sete referiam-se à fauna (todas espécies de aranhas). Entre os grupos taxonômicos vegetais, a espécie mais acessada (em número de acessos) foi a do cacau (*Theobroma cacao*), que possui ampla aplicabilidade na indústria cosmética. Entre as famílias botânicas, as fabáceas foram as mais procuradas, entretanto, as que revelaram maior diversidade potencial de aplicação na biotecnologia, pela quantidade proporcional de espécies, foram as apocináceas, as bignoniáceas e as rubiáceas (Tabela 4.18).

Tabela 4.18 Diagnóstico da Operação Novos Rumos: famílias e espécies botânicas mais acessadas

Família	Quantidade de acessos	Quantidade de gêneros acessados	Quantidade de espécies	Espécie mais acessada na família
Apocynaceae	9	6	9	Várias
Arecaceae	18	6	10	*Euterpe oleraceae* (açaí) e *Mauritia flexuosa* (buriti)
Asteraceae	8	5	7	*Achyrocline satureoides* (macela)
Bignoniaceae	11	7	11	Várias
Euphorbiaceae	11	5	9	*Croton* sp.
Fabaceae	20	14	19	*Copaifera langsdorffii* (copaíba)
Rubiaceae	9	8	9	Várias
Malvaceae	18	2	3	*Theobroma cacao* (cacau)

Fonte: Ibama

A análise também revelou que 43% das espécies foram provenientes da Região Norte, 23% do Sudeste, 18% do Nordeste, 9% do Sul e 7% do Centro-Oeste. A maioria das espécies foi coletada em áreas particulares, e não em terras públicas, onde se incluem diversas categorias de unidades de conservação. Diversas coletas foram feitas em áreas quilombolas, centros de pesquisa e coleções *ex situ*, que ficaram agrupadas como "outros" (Figura 4.20).

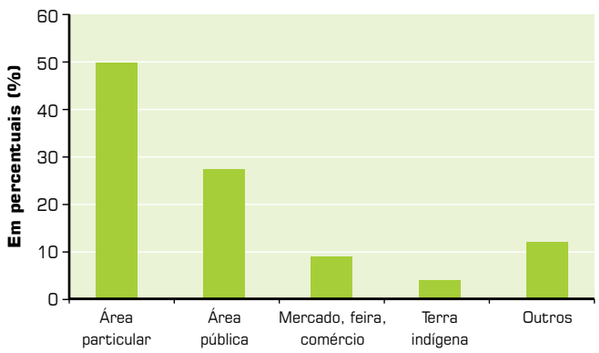


Figura 4.20 Locais identificados de coleta das espécies durante a Operação Novos Rumos I.

Fonte: Ibama

Nota-se que os insumos comprados no comércio também têm utilidade para a indústria biotecnológica. O destino dessas amostras, em 69% dos casos, foi a Região Sudeste, onde se localiza o maior polo industrial.

Em março de 2011, em continuidade aos trabalhos de combate à biopirataria, o Ibama deu início à Operação Novos Rumos II, com a notificação de 100 empresas dos ramos farmacêutico, alimentício, agropecuário, cosmético e de perfumaria, para a comprovação de regularidade de acesso ao patrimônio genético (Figura 4.21).

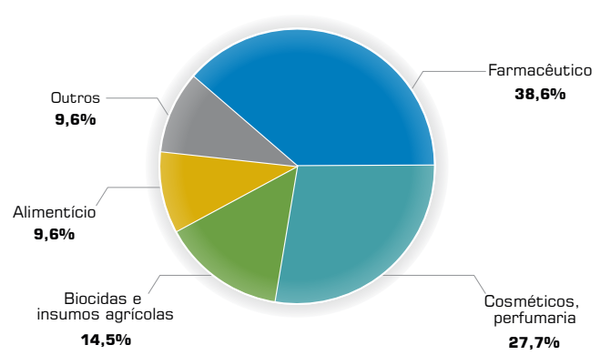


Figura 4.21 Ramos da indústria notificados, durante a Operação Novos Rumos II, por suspeita de uso irregular de componentes da biodiversidade brasileira.

Fonte: Ibama

4.2.3 Espécies Ameaçadas da Biodiversidade

A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) dedica-se, desde a década de 1970, a estabelecer categorias e critérios para a classificação do estado de conservação de espécies ameaçadas (IUCN, 1994; 2001), com ampla aceitação internacional. Essas categorias e critérios tornaram-se importante ferramenta para a conservação das espécies, sendo utilizados como indicadores do estado de conservação da biodiversidade. Assim, o risco de extinção das espécies é definido em 11 categorias distintas, sendo que as categorias que constam nas listas nacionais de espécies ameaçadas de extinção são: Extinto (EX), Extinto na Natureza (EW), Regionalmente Extinto (RE), Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU).

4.2.3.1 Espécies da Flora Ameaçadas

A perda de biodiversidade nunca foi tão alta quanto nos últimos 50 anos (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) e a pressão sobre a biodiversidade se mantém ou está se intensificando (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2010). Isso é claro ao se observar que houve, entre 1990 e 2006, a descrição de 2.875 novas espécies de plantas para o Brasil (SOBRAL; STEHMANN, 2009). O conhecimento sobre espécies da flora ameaçadas de extinção representa um indicador do seu estado de conservação, uma vez que as ameaças das atividades humanas sobre os ecossistemas influenciam diretamente na perda da biodiversidade. A partir disso é possível o direcionamento de esforços para a conservação, não somente de uma única espécie, mas também de comunidades e ecossistemas.



Jailton Dias

Historicamente, no Brasil, a maior parte dos esforços de pesquisa voltados para a conservação de espécies ameaçadas é direcionada para a inclusão de espécies na Lista Oficial de Espécies Ameaçadas da Flora Brasileira (Portaria Ibama nº 37-N, de 3 de abril de 1992).

O panorama do conhecimento das espécies ameaçadas no Brasil, diante dos países megadiversos que adotaram o sistema da IUCN, versão 3.1 (2001), revela o grande desafio de avaliar o conjunto da flora, nos moldes do panorama atingido pela África do Sul (Figura 4.22). Esse desafio deve atingir todos os níveis dos estudos de botânica no País, com ênfase tanto no aumento no esforço de coleta, sobretudo em áreas carentes de informações botânicas, quanto na identificação, catalogação e disponibilização de registros de ocorrência. Por sua vez, é fundamental que cada espécie receba atenção de pesquisas, fornecendo dados visando ao planejamento adequado para sua conservação e preservação.

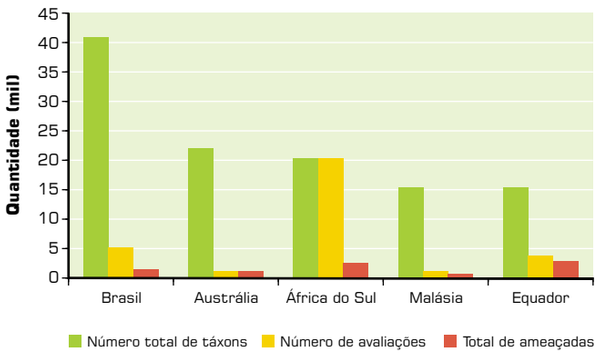


Figura 4.22 Total de táxons de plantas e de plantas ameaçadas em países megadiversos (países que agregam 70% da biodiversidade global).

Fonte: Modificado de Raimondo et al. (2009)

O banco de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) teve acesso, até o fim do primeiro semestre de 2011, a 2.328.186 registros de espécimes botânicos de herbários nacionais e internacionais. Segundo as estimativas de Sobral e Stehmann (2009), para o número de registros em herbários no Brasil (por volta de 4.900.000), esse banco de registros seria equivalente a 47,5% do que existe nas coleções nacionais. Foram consultadas 47 coleções científicas, das quais apenas 40% estão informatizadas.

A pulverização dessas informações dificulta ou até impossibilita estudos de conservação. Sendo assim, a compilação de dados em uma única base disponível para o meio científico é condição fundamental para um trabalho de conservação efetivo. Esforços nesse sentido já foram iniciados, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), projeto que também agrupa bancos de dados do mundo sobre biodiversidade e pelo CNCFlora, que desenvolve plataforma integradora.

De modo geral, o esforço de coleta pelo território brasileiro é muito heterogêneo, por isso as áreas com menor esforço de coleta concentram-se nas regiões mais interiores, distantes das capitais, dos herbários e dos centros de pesquisa. Na região de floresta amazônica há apenas cinco herbários registrados, abrigando menos de 550.000 exemplares ou 11% do total. As regiões Sudeste e Sul, sobretudo nas áreas de domínio da Mata Atlântica, abrigam 59 herbários e 67% dos espécimes brasileiros (SOBRAL; STEHMANN, 2009) e por isso são regiões com maior esforço de coleta (Figura 4.23).

Por sua vez, os mapas de espécies ameaçadas apontam maior concentração na região litorânea (Figura 4.24). Esses resultados revelam a tendência de o número de espécies ameaçadas estar espacialmente associado às áreas de maior desenvolvimento e ocupação humana. No entanto, essa distribuição está condicionada ao que se conhece das espécies da flora do Brasil.

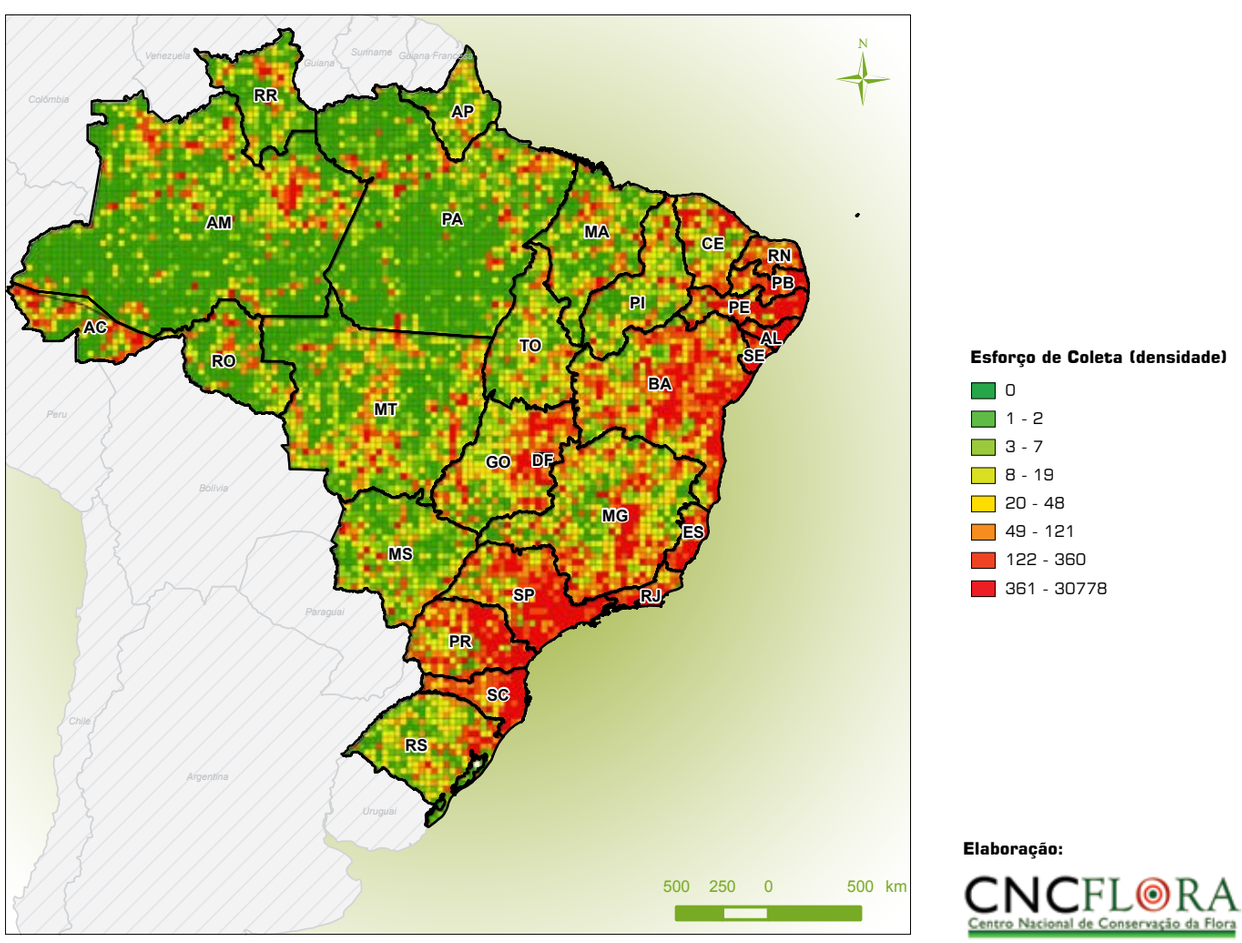


Figura 4.23 Esforço de coletas botânicas em território nacional.
Fonte: Adaptado de CNCFlora

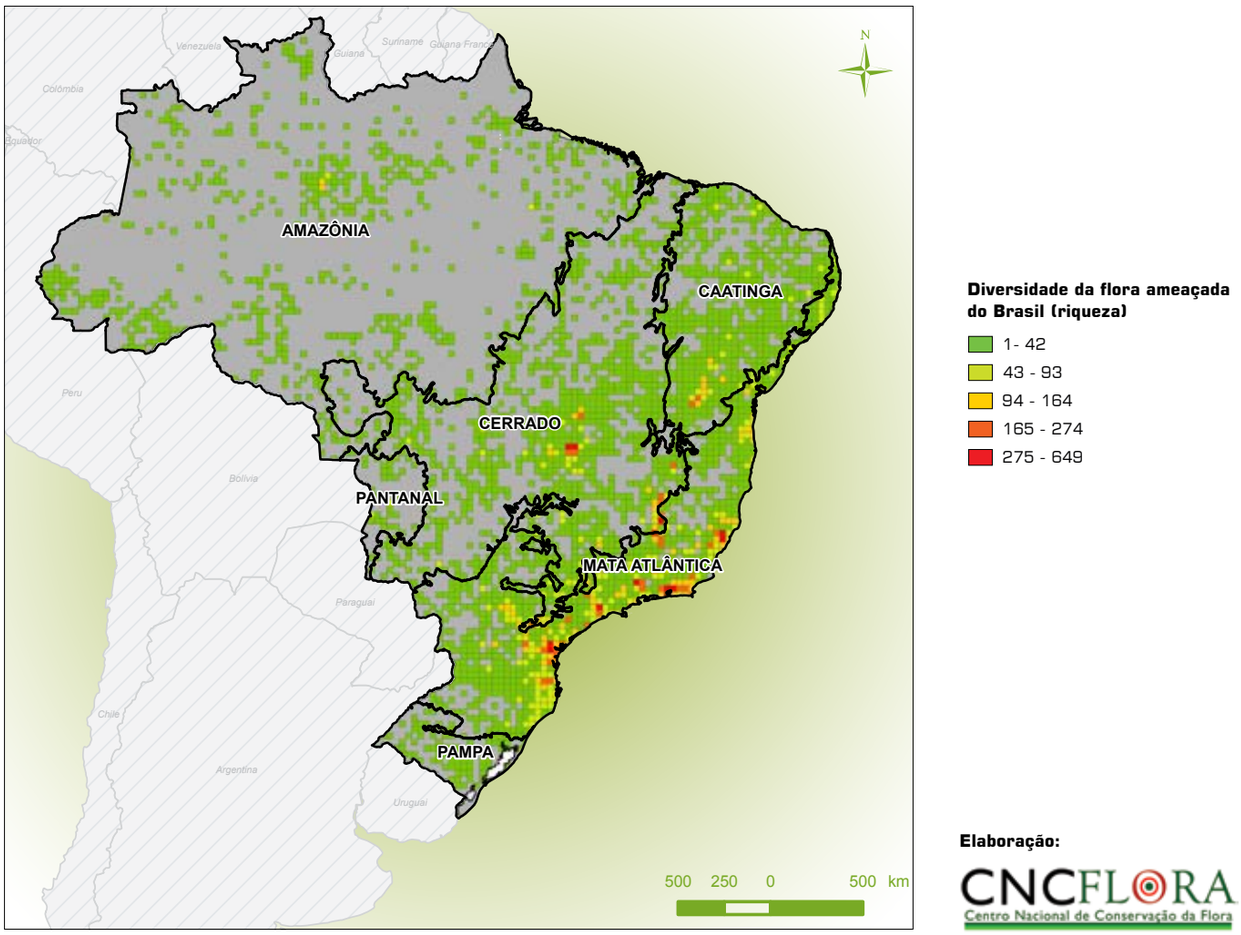


Figura 4.24 Diversidade de espécies ameaçadas (Anexo I, listas regionais e IUCN) em território nacional.

Fonte: CNCFlora

Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia e Espírito Santo apresentam maior número de espécies ameaçadas e também maior atividade de coleta. A mesma observação é válida para os biomas Mata Atlântica e Cerrado, que apresentam grande número de coleções acompanhadas de uma maior quantidade de espécies ameaçadas. Já os biomas Caatinga e Amazônia podem ter seu número de espécies ameaçadas subestimado, devido à falta de inventários biológicos na região (Figura 4.25).

A revisão das oito listas de espécies ameaçadas produzidas para a flora brasileira apontou aumento no número de espécies, gêneros e famílias. Apenas três listagens adotaram um tipo de sistema em sua elaboração (no caso, o proposto pela IUCN). Na Lista Oficial de 2008, as categorias de risco de extinção da IUCN de 2001 foram desconsideradas na publicação oficial.

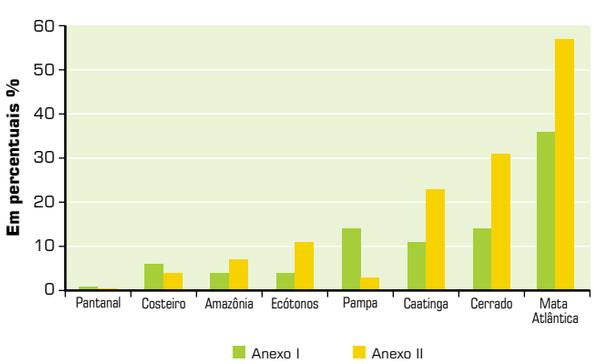


Figura 4.25 Riqueza de espécies ameaçadas de extinção, por bioma.

Fonte: CNCFlora

Ao serem comparadas as três listas de espécies em risco de extinção da flora, constatou-se incremento de espécies em relação à lista anterior. A lista de 1968 apresentou 12 espécies, todas arbóreas de interesse econômico; já a segunda lista, de 1992, apresentou 102 espécies de plantas; a última lista, publicada em 2008, totalizou 472 espécies consideradas ameaçadas de extinção. Esse fato evidencia avanço no processo de listagem como a geração e o acesso a dados científicos sobre a flora brasileira. Dessa forma, pode propiciar melhor utilização destes por instituições de pesquisa e aumentar o número de profissionais capacitados trabalhando com conservação da flora.

Mesmo com aproximadamente quatro vezes mais espécies que a lista anterior, a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas (Anexo I da IN nº 6, de 2008) não representa 5% da flora brasileira, reflexo da defasagem de dados necessários para a avaliação do risco de extinção das espécies. A referida lista considera a existência de 472 táxons ameaçados de extinção. As famílias com mais espécies ameaçadas foram Bromeliaceae (38 espécies), Orquidaceae (34 espécies), Cactaceae (28 espécies) e Leguminosae (21 espécies). O Anexo II, ou seja, a lista de espécies da flora brasileira com deficiência de dados, é formado por 1.079 espécies, sendo Asteraceae (151 espécies), Bromeliaceae (135 espécies), Malpighiaceae (70 espécies) e Melastomataceae (66 espécies) as famílias mais representativas.



Sérgio Andreas Schubart

As espécies da lista da Fundação Biodiversitas incluídas no Anexo I têm a seguinte categorização: 212 espécies na categoria Vulnerável (VU), 111 espécies na categoria Em Perigo (EN), 106 espécies na categoria Criticamente em Perigo (CR), 32 espécies na categoria Deficiente de Dados (DD), três espécies na categoria Extinto na Natureza (EW) e oito espécies na categoria Extinta (EX). No Anexo II, apesar de apresentar as espécies consideradas Deficientes de Dados (DD), essa categoria também foi designada para algumas espécies do Anexo I e da lista da IUCN.

Em relação às listas regionais, apenas as listas do Paraná e de Santa Catarina foram elaboradas com base em sistema de critérios e categorias próprios ("indet" e "rara"), sendo que as demais listas utilizaram os parâmetros elaborados pela IUCN (1994; 2001). Essa lista apresenta 51 espécies em comum com a Lista da Biodiversitas, destacando a família Cactaceae com 21 espécies. Destas, apenas *Uebelmannia pectinifera* apresenta categoria diferenciada. Com base na lista produzida por Sobral e Stehmann (2009), de um total de 2.875 espécies novas descritas entre 1990 e 2006, 382 são consideradas em risco de extinção na Lista da IUCN e na Lista da Biodiversitas ou pelo menos em uma das listas regionais.

Floras regionais e *check-lists* são importantes fontes de informação para subsidiar a elaboração de listas de espécies em risco de extinção tanto em âmbito nacional quanto estadual. Atualmente, o melhor exemplo é a Lista da Flora do Brasil 2010, que representa um grande marco na revisão e validação taxonômica das espécies ocorrentes no Brasil, passado mais de um século da publicação *Flora Brasiliensis*. Essa lista, padronizada e revisada periodicamente, conduz embasamento para uma avaliação de risco de extinção de toda a flora brasileira.

O Brasil aprovou os estatutos da IUCN por meio do Decreto Legislativo nº 28 de 1993. Diversos países já fazem uso dos critérios da IUCN, alguns deles, como a África do Sul e a Austrália, utilizam tais critérios adaptando-os a seus países. O Brasil também utilizou esse recurso na elaboração da última lista oficial publicada que foi realizada pela parceria entre a Fundação Biodiversitas para a Conservação da Natureza e o MMA em 2008.

Diversas ferramentas foram e estão sendo criadas em âmbito internacional, sendo a CDB um exemplo disso. Porém, trata-se de uma convenção-quadro, ou seja, estabelece objetivos e diretrizes, deixando sob a responsabilidade dos países que a ratificaram o modo de implementar a Convenção em seu país. Uma ferramenta importante é a Estratégia Global para Conservação de Plantas (GSPC), que visa à implementação e adoção de metas a serem seguidas pelos países do mundo, harmonizando e estruturando os esforços para conservação. Atualmente, o CNCFlora é o órgão responsável pela implementação da GSPC no Brasil.

A disponibilização do portal da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2010b) reflete mudanças claras na agilidade da sistematização de dados da flora e maior integração entre especialistas e, ainda, permite que a avaliação de risco e as ações para conservação possam partir de uma base confiável e constantemente revista e atualizada. No âmbito das avaliações de risco, a adoção do sistema da IUCN (2001) tem o intuito de uniformizar nacionalmente o processo para a avaliação do estado de conservação de nossas espécies.

4.2.3.2 Espécies da Fauna Ameaçadas

Em âmbito mundial, os vertebrados silvestres apresentaram declínio da ordem de 31% e, somente entre 1970 e 2006, houve perda de 59% nos trópicos e 41% nos ecossistemas de água doce. Em grupos selecionados de vertebrados, invertebrados e de plantas, entre 12% e 55% das espécies estão atualmente ameaçadas de extinção. Espécies de aves e mamíferos utilizadas como alimento e medicamentos estão enfrentando, em média, um risco maior de extinção do que aqueles não utilizados para tais fins (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2010).

Para o Brasil, os Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação do Instituto Chico Mendes estimaram, em 2011, a existência de, aproximadamente, 8.200 espécies descritas de vertebrados, sendo 713 mamíferos, 1.826 aves, 721 répteis, 875 anfíbios e, aproximadamente, 4.100 peixes (2.800 peixes continentais e 1.300 marinhos) (PERES et al., 2011). Ao

mesmo tempo, a atual Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção conta com 627 espécies. Destas, 23% estão contempladas por políticas de Estado, denominadas Planos de Ação (INSTITUTO CHICO MENDES, 2010) e 68% apresentam registro em unidades de conservação (MACHADO, A. B. M. et al., 2008).

Na elaboração das listas nacionais de espécies da fauna ameaçadas de extinção vigentes (Instrução Normativa MMA nº 3, de 27 de maio de 2003, Instrução Normativa MMA nº 5, de 21 de maio de 2004, Instrução Normativa MMA nº 52, de 8 de novembro de 2005), foram avaliadas 1.139 espécies (MACHADO et al., 2005), nas quais são consideradas 627 espécies como ameaçadas de extinção, das quais 394 espécies terrestres e 233 espécies aquáticas, sendo a grande maioria as aves, depois os peixes e os invertebrados terrestres (Tabela 4.19).

Nas categorias de risco de extinção, observa-se que seis espécies da fauna são consideradas extintas, uma considerada regionalmente extinta, duas consideradas extintas na natureza e, entre as demais, 618 estão ameaçadas de extinção, sendo que a grande maioria está na categoria de menor risco, ou seja, Vulnerável (Tabelas 4.20 e 4.21).

Tabela 4.19 Grupos taxonômicos das espécies que compõem as listas nacionais de espécies ameaçadas de extinção.

Grupo taxonômico	Número de espécies	Participação relativa
Anfíbios	16	3%
Aves	160	26%
Invertebrados aquáticos	78	12%
Invertebrados terrestres	130	21%
Mamíferos	69	11%
Peixes cartilaginosos	12	2%
Peixes ósseos	142	23%
Répteis	20	3%
Total	**627**	

Fonte: Machado, A. B. M. et al. (2008)

Tabela 4.20 Categorias de risco de extinção, segundo o método da IUCN, das espécies que compõem as listas nacionais de espécies ameaçadas de extinção.

Categoria de risco de extinção	Número de espécies	Participação relativa
Extinta (EX)	6	1%
Regionalmente extinta (RE)	1	0%
Extinta na natureza (EW)	2	0%
Criticamente em perigo (CR)	125	20%
Em perigo (EN)	163	26%
Vulnerável (VU)	330	53%
Total	**627**	**100%**

Fonte: Machado, A. B. M. et al. (2008)

Tabela 4.21 Lista das espécies avaliadas como não ocorrendo mais na natureza: extinta (EX), extinta na natureza (EW), regionalmente extinta (RE)[1].

Espécie	Nome comum	Categoria de ameaça	Distribuição original conhecida
Acanthagrion taxaense	Libélula	EX	Rio de Janeiro (RJ)
Fimoscolex sporadochaetus	Minhoca-branca	EX	Sabará e Ouro Preto (MG)
Numenius borealis	Maçarico-esquimó	EX	Canadá até a Argentina e Uruguai (migr.)
Phrynomedusa fimbriata	Sem registro (anfíbio)	EX	Alto da Serra, Paranapiacaba (SP)
Rhinodrilus fafner	Minhocuçu	EX	Ouro Preto, São Gonçalo do Rio Abaixo e Lima Duarte (MG)
Simopelta minima	Sem registro (inseto)	EX	Ilhéus (BA)
Anodorhynchus glaucus	Arara-azul-pequena	RE	Região fronteiriça entre Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina
Cyanopsitta spixii	Ararinha-azul	EW	Curaçá (BA)
Mitu mitu	Mutum-do-nordeste, Mutum-de-alagoas	EW	Alagoas

Fonte: Machado, A. B. M. et al. (2008)

[1] Regionalmente Extinto = Extinto no Brasil

Quanto à distribuição dessas espécies no território brasileiro, o conjunto Mata Atlântica e Zona Costeiro-Marinha contribui com mais de 75% das espécies da lista, sendo que para todos os grupos taxonômicos essa é a região que mais concentra espécies ameaçadas: 46 mamíferos, 113 aves, 14 anfíbios, 17 répteis, 109 peixes e 173 invertebrados. O Cerrado aparece em segundo lugar em virtude do grande número de aves (26), peixes (38) e invertebrados (39). A Caatinga e o Pantanal são os que contribuem menos (Figura 4.26).

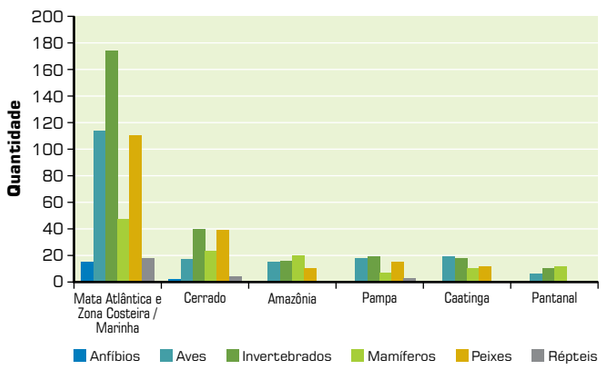


Figura 4.26 Número de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, por bioma e grupo taxonômico.
Fonte: Machado, A. B. M. et al. (2008)

Segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, 68% das espécies da fauna ameaçadas de extinção têm ocorrência em UCs, sendo que as UCs federais têm maior número de registro de espécies de anfíbios, aves, mamíferos e répteis (Tabela 4.22).

Tabela 4.22 Número de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção com registro de ocorrência em unidades de conservação, incluindo a participação relativa das UCs federais e não federais.

Grupos	Total de espécies em UCs	Participação relativa das UCs federais	Participação relativa das UCs não federais
Anfíbios	12	83%	25%
Aves	144	91%	76%
Invertebrados aquáticos	52	50%	69%
Invertebrados terrestres	70	50%	79%
Mamíferos	61	87%	80%
Peixes	72	63%	63%
Répteis	15	87%	60%
Total	426	73%	72%

Fonte: Machado, A. B. M. et al. (2008)

O Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais, publicado pelo Instituto Chico Mendes, em 2011 (NASCIMENTO; CAMPOS, 2011), aponta o registro de 313 espécies da fauna ameaçada em 198 UCs federais. Esse total aponta que 50% das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção estão presentes em UCs federais, sendo o grupo das aves o de maior percentual de registro (82%), seguido pelos mamíferos (77%), conforme disposto na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 Número de espécies da fauna ameaçadas de extinção com registro de ocorrência em UCs federais, por grupo taxonômico.

Grupo taxonômico	Número de espécies ameaçadas em UCs federais	Participação relativa ao número total de espécies ameaçadas
Anfíbios	10	63%
Aves	131	82%
Invertebrados	61	29%
Mamíferos	53	77%
Peixes	45	29%
Répteis	13	65%
Total	313	50%

Fonte: Nascimento; Campos (2011)

Considerando a distribuição dessas 313 espécies pelas UCs nos biomas, observa-se que, em números absolutos, o conjunto Mata Atlântica e Zona Costeiro-Marinha apresenta o maior número de espécies da fauna ameaçadas de extinção em UCs federais (Figura 4.27), o que é esperado uma vez que esse grupo concentra 75% das espécies ameaçadas de extinção. Em termos percentuais, o Pantanal é o bioma que mais tem espécies da fauna ameaçadas de extinção com registro de ocorrência em UCs federais (80%)

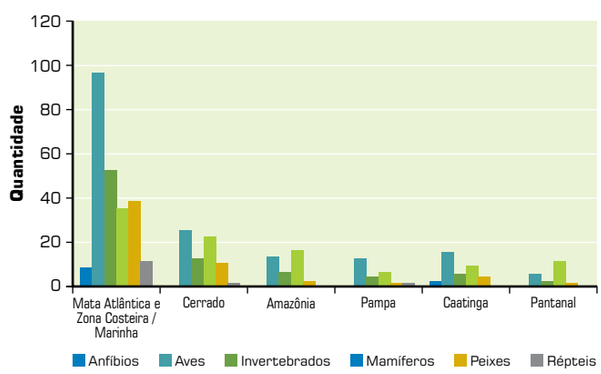


Figura 4.27 Número de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, com registro por grupo taxonômico em UCs em cada bioma.
Fonte: Adaptado de Nascimento; Campos (2011)

A Figura 4.28 indica algumas situações extremas: positivas, como é o caso de existirem registros de 100% das espécies ameaçadas de mamíferos com registro de ocorrência em UCs federais no Cerrado, nos Pampas, na Caatinga e no Pantanal; e negativas, como o não registro de anfíbios ameaçados em UCs federais no Cerrado.

Entre as espécies da fauna ameaçadas de extinção com ocorrência em UCs federais, a onça-pintada (*Panthera onca*) é a que está presente em um maior número de UCs, correspondendo a 59 em todas as regiões e biomas do Brasil. Na sequência, estão a jaguatirica (*Leopardus pardalis mitis*), com ocorrência em 45 UCs federais, e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), com registros em 39 UCs federais. O peixe mais registrado foi o neon (*Elacatinus figaro*) com oito ocorrências; o invertebrado aquático mais registrado foi o coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*); o invertebrado terrestre com mais ocorrências foi o besouro-de-chifre (*Megasoma gyas gyas*) e o anfíbio com registros em mais UCs federais foi *Thoropa lutzi*, conforme apresentado na Tabela 4.24.

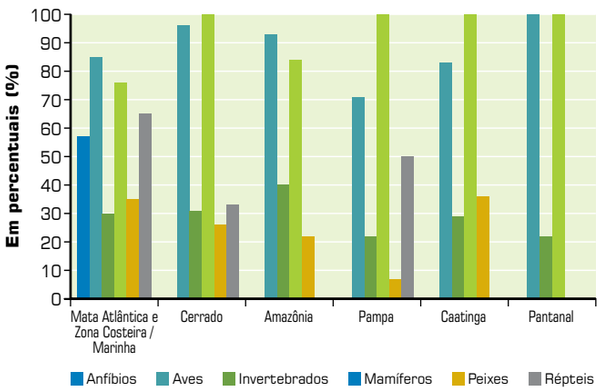


Figura 4.28 Presença relativa das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção em UC federal, por grupo taxonômico.
Fonte: Nascimento; Campos (2011)


Eduardo Issa

Tabela 4.24 Relação das espécies da fauna ameaçadas de extinção, com maior número de registros em UCs federais no Brasil.

	Espécie	Grupo	Nome Comum	Total UCs
1	*Panthera onca*	Mamíferos	Onça-pintada	59
2	*Leopardus pardalis mitis*	Mamíferos	Jaguatirica	45
3	*Chrysocyon brachyurus*	Mamíferos	Lobo-guará	39
4	*Myrmecophaga tridactyla*	Mamíferos	Tamanduá-bandeira	36
5	*Puma concolor capricornensis*	Mamíferos	Onça-parda	36
6	*Leopardus tigrinus*	Mamíferos	Gato-macambira	35
7	*Trichechus inunguis*	Mamíferos	Peixe-boi-da-amazônia	31
8	*Leopardus wiedii*	Mamíferos	Gato-maracajá	30
9	*Priodontes maximus*	Mamíferos	Tatu-canastra	28
10	*Pteronura brasiliensis*	Mamíferos	Ariranha	24
11	*Chelonia mydas*	Répteis	Tartaruga-verde	21
12	*Puma concolor greeni*	Mamíferos	Onça-parda	20
13	*Harpyhaliaetus coronatus*	Aves	Águia-cinzenta	19
14	*Leucopternis lacernulatus (Leucopternis lacernulata)*	Aves	Gavião-pomba	18
15	*Speothos venaticus*	Mamíferos	Cachorro-do-mato-vinagre	18
16	*Eretmochelys imbricata*	Répteis	Tartaruga-de-pente	15
17	*Caretta caretta*	Répteis	Tartaruga-cabeçuda	12
18	*Carpornis melanocephala (Carpornis melanocephalus)*	Aves	Sabiá-pimenta	12
19	*Pyrrhura cruentata*	Aves	Tiriba-grande	12
20	*Trichechus manatus*	Mamíferos	Peixe-boi-marinho	12
Outros Grupos	*Elacatinus figaro*	Peixes	Neon	8
	Millepora alcicornis	Invertebrados Aquáticos	Coral-de-fogo	7
	Megasoma gyas gyas	Invertebrados Terrestres	Besouro-de-chifre	6
	Thoropa lutzi	Anfíbios	Sem registro	3

Fonte: Nascimento; Campos (2011)

O Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais aponta que 63,9% das UCs federais contêm registros de espécies ameaçadas de extinção, das quais as mais importantes estão relacionadas na Figura 4.29.

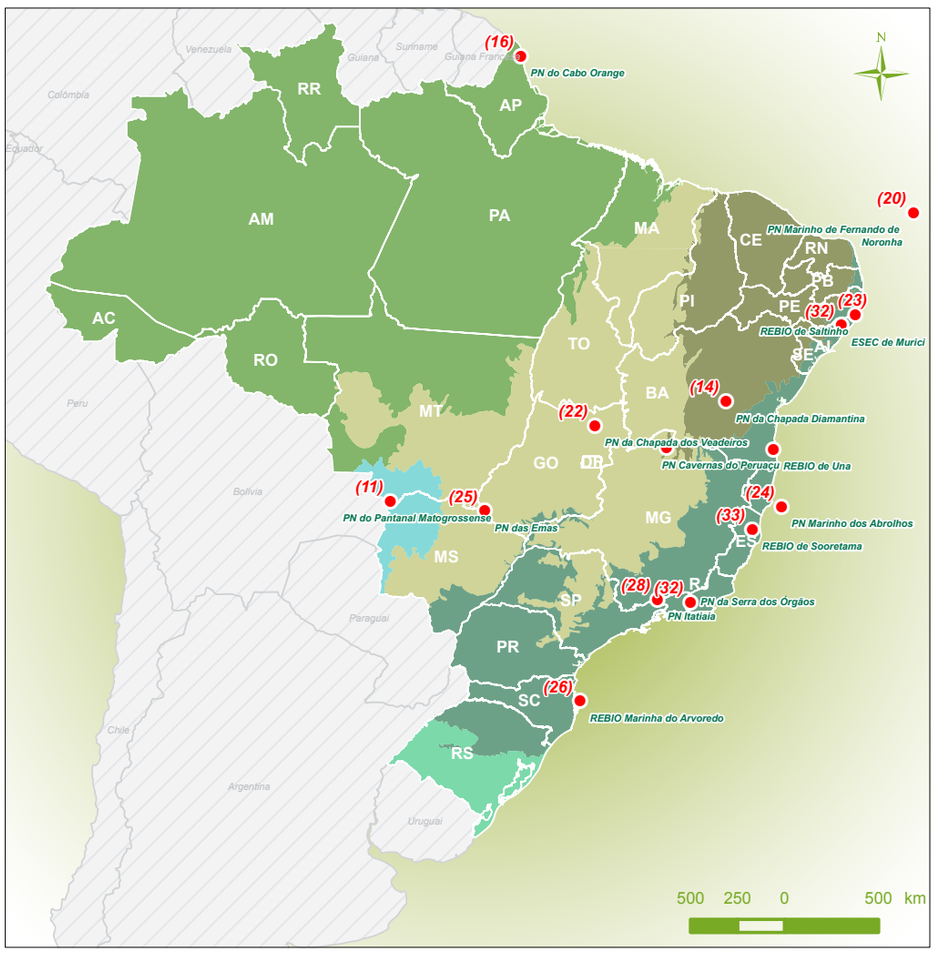


Figura 4.29
Unidades de conservação federais com o maior número de espécies (entre parênteses) da fauna ameaçadas de extinção registradas.

Fonte: Nascimento; Campos (2011)



Sérgio Andreas Schubart

As listas nacionais de espécies ameaçadas de extinção de 2003 a 2005 foram construídas a partir de uma lista reduzida de espécies, na qual 55% das espécies avaliadas foram consideradas como ameaçadas de extinção. A partir de 2010, o Instituto Chico Mendes assumiu esse processo e adotou como estratégia avaliar todos os animais vertebrados e, seletivamente, os invertebrados.

Apesar da tendência de crescimento em virtude do aperfeiçoamento do processo de avaliação do estado de conservação das espécies, é factível esperar que algumas saiam da lista, uma vez que 53% das espécies ameaçadas estão na categoria de menor risco (Vulnerável), ou seja, estão na melhor condição para a recuperação do seu estado de conservação, sendo uma melhoria da categoria de risco de extinção, segundo os critérios da IUCN.

A melhoria dessa condição é possível em virtude da ampliação da proteção de ambientes relevantes para a conservação dessas espécies em UCs e pela implementação dos Planos de Ação Nacionais para a Recuperação das Espécies Ameaçadas de Extinção. Para tanto, o Governo federal tem aumentado os esforços para a elaboração de mais 13 planos de ação e definição de estratégias para ampliação e fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc).

4.3 Gestão e Uso da Biodiversidade

A CDB estabeleceu três paradigmas fundamentais para a gestão e uso da biodiversidade: a conservação, o uso sustentável e a repartição justa e equitativa dos benefícios dela advindos. Para tanto, é necessária a constituição de um conjunto de arranjos políticos, institucionais, econômicos e sociais que transforme em realidade esses preceitos.

4.3.1 Unidades de Conservação da Natureza

Uma das principais estratégias para conservar a biodiversidade é a criação e manutenção de espaços especialmente protegidos. No Brasil, a primeira UC instituída foi o Parque Nacional de Itatiaia, no Estado do Rio de Janeiro, em 1937.

Atualmente, a área protegida por UCs terrestres e marinhas soma aproximadamente 1,5 milhão de km², o que representa 17% do território continental e 1,5% do ambiente marinho. Toda essa área está destinada à conservação da biodiversidade, à preservação de paisagens naturais, com notável beleza cênica, ao uso sustentável dos recursos naturais e à valorização da diversidade cultural brasileira.

Somente entre 2003 e 2008, o Brasil foi responsável pela criação de 74% de todas as áreas destinadas à conservação da natureza no mundo (JENKINS; JOPPA, 2009), obtendo cada vez mais destaque no cenário internacional. De acordo com dados recentes do *World Database on Protected Areas* (WDPA), enquanto no Brasil aproximadamente 17% de seu território continental está protegido por UCs, no mundo apenas 12,8% dos territórios encontram-se sob proteção legal. Considerando números absolutos, o Brasil ocupa o 4º lugar em quantidade de área continental destinada a UCs (1.411.834 km²) ficando atrás somente dos Estados Unidos (2.607.132 km²), Rússia (1.543.466 km²) e China (1.452.693 km²) (GURGEL et al., 2009).

No entanto, com relação ao ambiente marinho, também conhecido como a "Amazônia Azul", equivalente a mais da metade do território brasileiro, a proteção pode ser ainda considerada crítica. Apenas 1,5% dos 3,5 milhões km² de mar sob jurisdição brasileira está sob proteção por UCs. Se a esses valores forem adicionados números referentes à proteção da zona costeira, o percentual pode chegar a no máximo 3,1% (BRASIL, 2010). A Figura 4.30 ilustra o percentual de UCs, por bioma, e para a área marinha.

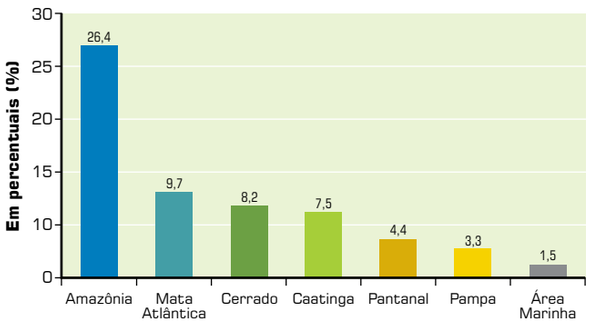


Figura 4.30 Percentual dos biomas brasileiros protegidos por UCs.

Fonte: MMA (11/2011)

Nota: Cálculo feito a partir das UCs cadastradas no Cnuc até 11/2011, sem subtrair a sobreposição entre algumas unidades.

O conjunto das UCs estabelecidas pela União, estados, Distrito Federal e municípios constitui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc).

De acordo com os dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (Cnuc), mantido pelo MMA, existia, em novembro de 2011, no Brasil, 1.588 UCs, sendo 462 de proteção integral e 1.126 de uso sustentável. Dessas UCs, 310 unidades foram criadas e são administradas pelo Governo federal, 569 pelos estados, 88 pelos municípios e 621 são Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (Figura 4.31).



Bruno Nepomuceno

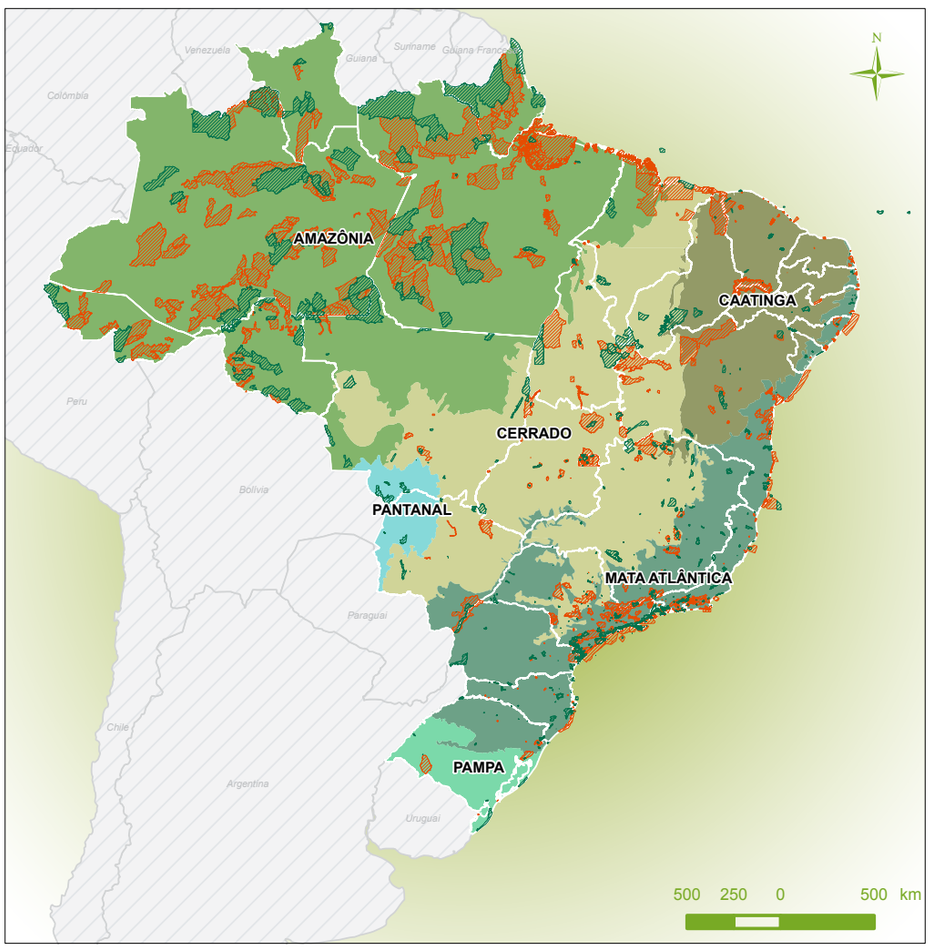


Figura 4.31
Unidades de Conservação cadastradas no Cnuc (atualizado até 11/2011).

Fonte: Cnuc

Nota: As RPPNs não foram representadas.

As categorias mais representativas no Snuc, em termos de área, são os parques e as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), recobrindo 51% de toda área abrangida por UCs no Brasil, conforme demonstrado na Figura 4.32.

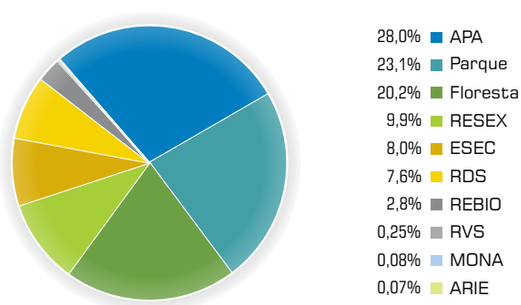


Figura 4.32 Distribuição das categorias de UCs, segundo sua representatividade, no território brasileiro.

Fonte: MMA (11/2011)

Nota: As RPPNs não foram consideradas devido aos dados de área não apresentarem consistência suficiente; as sobreposições totais ou parciais entre algumas UCs não foram subtraídas.

Os parques são as UCs mais conhecidas pelo público, provavelmente pela importância que têm para a recreação, o turismo ecológico e a educação ambiental. Por sua ampla distribuição no território brasileiro e por permitir a visitação pública, os parques são espaços que propiciam maior variedade de experiências e maior interação entre o visitante e a natureza. Alguns parques nacionais como o do Iguaçu, da Tijuca, de Jericoacoara, Lençóis Maranhenses estão entre os mais conhecidos e mais visitados pelo público.

As APAs abrangem aproximadamente 406.000 km² do território brasileiro, continental e marinho. É uma categoria de manejo que possibilita a proteção da diversidade biológica, compatibilizando-a com o processo de ocupação humana e buscando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Para garantir que seus objetivos sejam alcançados, a gestão participativa e a efetiva implementação do plano de manejo e de seu zoneamento são fundamentais.

Em termos de área, o Snuc teve importante avanço nos últimos anos. Em 2000, quando da promulgação da Lei do Snuc, o Brasil protegia aproximadamente 700 mil km² (Figura 4.33). Atualmente, está protegido por UCs, aproximadamente 1,5 milhão de km².

Pode-se considerar que o incremento na área protegida por UCs se deu, sobretudo, em razão dos seguintes fatores: a instituição de um sistema nacional, por meio de lei, que padronizou as categorias de manejo das UCs e orientou o Poder Público na instituição de espaços especialmente protegidos, e a priorização de uma política de expansão da proteção de áreas vulneráveis ao desmatamento ilegal, por meio da destinação dessas áreas para a conservação da biodiversidade, a pactuação de metas de proteção da biodiversidade em convenções internacionais.

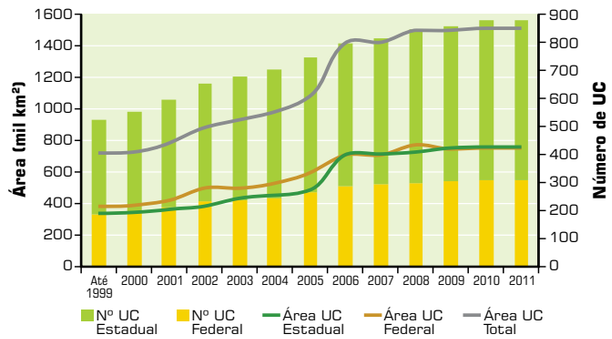


Figura 4.33 Evolução do número de UCs e da área abrangida (1999-2011).

Fonte: MMA/CNUC (11/2011)

Deve-se destacar, no entanto, que o incremento da proteção das áreas marinhas não acompanhou o mesmo ritmo das terrestres. Essas unidades têm sido estabelecidas com a finalidade de proteger hábitats singulares ou com alta complexidade biológica, e hábitats com presença de espécies ameaçadas de extinção, além de servir como instrumento para a recuperação dos estoques pesqueiros e regular o acesso e o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais. A proteção das áreas marinhas por meio da ampliação das UCs é, ainda, um desafio.

A Figura 4.34 retrata o processo de criação de UCs em âmbito federal, desde 1937, quando foi criada a primeira unidade.

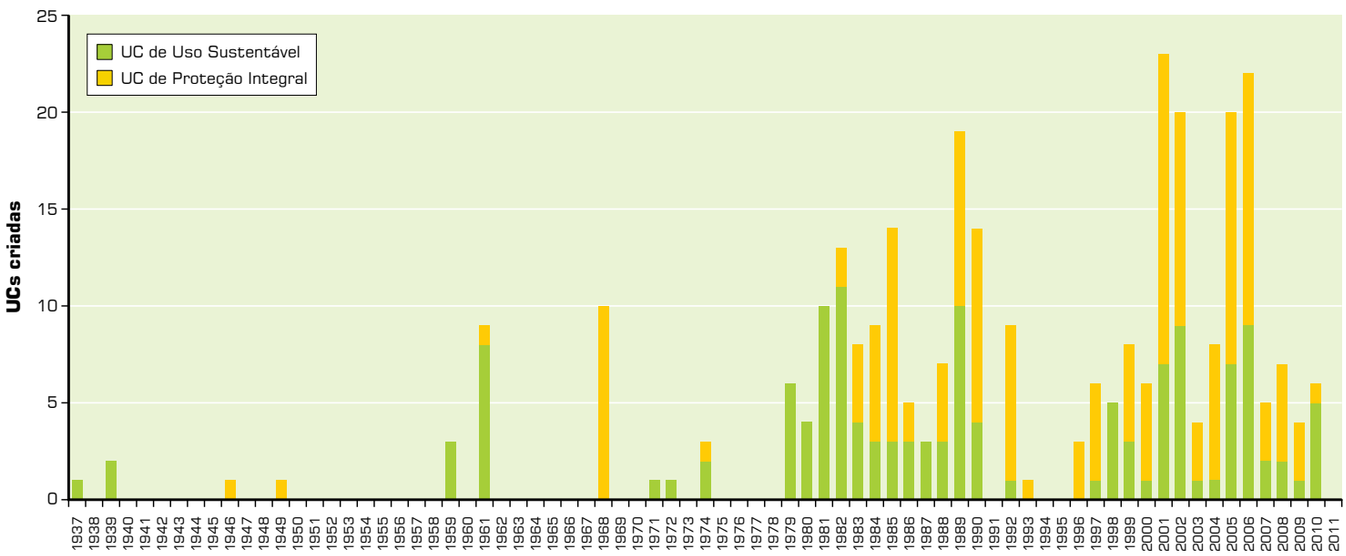


Figura 4.34 Evolução da criação de UCs em âmbito federal (1937-2011).

Fonte: MMA

4.3.2 Unidades de Conservação não Cadastradas no Cnuc

Desde a publicação da Lei do Snuc, em 2000, todas as UCs criadas no âmbito federal estão de acordo com as regras ali estabelecidas. Entretanto, nas esferas estaduais e municipais, várias UCs – com denominações idênticas àquelas previstas na referida lei – não preenchem os requisitos detalhados na Portaria MMA nº 380, de 27 de dezembro de 2005, para o cadastramento no Cnuc. Assim, diversas UCs, legalmente criadas, ainda não estão cadastradas no Cnuc e, em alguns casos, não podem ser reconhecidas oficialmente como UCs, embora também exerçam relevante contribuição para a conservação da natureza.

Os levantamentos feitos junto aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama (atualizadas até 11/2011), permitiram consolidar, em base digital geoespacializada, o conjunto dessas áreas que está apresentado na Tabela 4.25 e na Figura 4.35.

Tabela 4.25 Unidades de Conservação não cadastradas no Cnuc (atualizado até 11/2011).

Tipo	Categoria	Quantidade	Área (km²)[1]
Uso sustentável	Área de Proteção Ambiental	261	92.788,72
	Área de Relevante Interesse Ecológico	9	60,84
	Floresta Estadual	23	9.114,33
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	5	786,94
	Subtotal	**298**	**102.750,83**
Proteção integral	Estação Ecológica	18	1.698,39
	Monumento Natural	24	974,24
	Parque Estadual	67	8.066,25
	Parque Natural Municipal	61	339,66
	Reserva Biológica	20	11.612,10
	Refúgio de Vida Silvestre	2	15,13
	Subtotal	**192**	**22.705,77**
Total		**490**	**125.456,60**

Fonte: MMA

[1] O cálculo das áreas foi efetuado por meio de programa de geoprocessamento e as somas podem não corresponder à área constante dos respectivos atos legais de criação de cada UC.

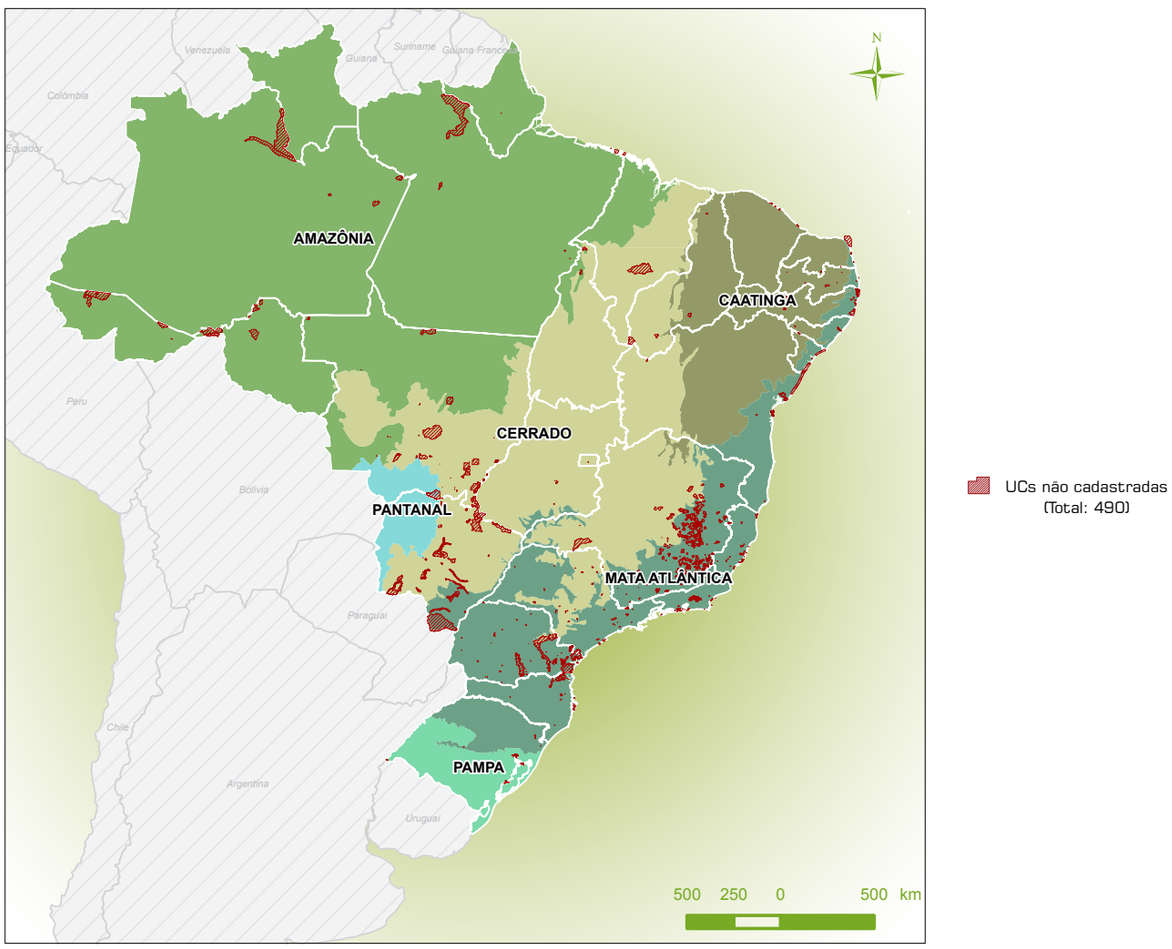


Figura 4.35 Unidades de conservação não cadastradas no Cnuc (atualizado até 11/2011).

Fonte: Base digital de dados geoespacializados das áreas protegidas do Brasil, compilados pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, com dados de Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente (11/2011)

É de grande importância que as UCs existentes se adequem e que aquelas a serem criadas estejam em conformidade com as normas regulamentadoras para que possam ser cadastradas no Cnuc, uma vez que além de outras vantagens, os recursos provenientes de compensação ambiental serão destinados exclusivamente para UCs pertencentes ao Snuc e inscritas no Cnuc (art. 11 da Resolução Conama nº 371/2006)[4].

Ressalta-se, também, que a sistematização das informações relativas às UCs, atualizadas continuamente, além de ser importante para a consolidação do Snuc, permite contribuir para a tomada de decisão por gestores públicos e privados, com destaque para os processos de licenciamento ambiental.

4.3.3 Implementação das Unidades de Conservação

A implementação das UCs corresponde à importante fase no seu processo de implantação efetiva, de acordo com o estabelecido pela Lei do Snuc, que dita os critérios e normas para sua criação, implantação e gestão. A elaboração de plano de manejo[5] e a instalação de um conselho gestor[6] representam dois elementos fundamentais desse processo.

A Tabela 4.26 e as Figuras 4.36 e 4.37 sintetizam o panorama atual das UCs de proteção integral, divididas por categoria, que possuem planos de manejo elaborados e conselhos gestores formados.

[4] A iniciativa de cadastramento no Cnuc é dos órgãos gestores das UCs, de acordo com as normas ditadas pela Portaria MMA nº 380, de 27 de dezembro de 2005.

[5] O Plano de Manejo constitui numa ferramenta básica para o manejo das UCs e, de acordo com a Lei do Snuc (art. 2º, XVII), é um "documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade". Assim, a existência do Plano de Manejo possibilita à unidade cumprir adequadamente com os objetivos para os quais foi criada.

[6] O Conselho Gestor, também previsto na Lei do Snuc, pode ter caráter consultivo ou deliberativo, dependendo da categoria da UC, sendo composto por representantes de organizações governamentais e não governamentais que tenham envolvimento direto com a unidade, incluindo os moradores de dentro e do entorno da unidade. Trata-se de um espaço público privilegiado para a participação da sociedade na gestão das UCs.

Tabela 4.26 Panorama das UCs, por categoria, em termos de elaboração de plano de manejo e de implantação de conselho gestor.

Grupo	Categoria	Plano de manejo			Conselho gestor		
		Sim	Não	Sem informação	Sim	Não	Sem informação
Proteção Integral	Estação Ecológica	16	73	5	16	72	6
	Monumento Natural	3	28	12	7	24	12
	Parque Estadual	64	126	13	51	127	25
	Parque Nacional	33	34	0	33	34	0
	Parque Natural Municipal	8	37	57	8	34	60
	Refúgio de Vida Silvestre	0	18	1	2	16	1
	Reserva Biológica	22	32	14	17	34	17
	Subtotal	**146**	**348**	**102**	**134**	**341**	**121**
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	38	212	233	103	146	234
	Área de Relevante Interesse Ecológico	2	41	5	9	33	6
	Floresta Estadual	14	33	0	4	43	0
	Floresta Nacional	7	58	0	26	39	0
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	8	23	0	17	14	0
	Reserva Extrativista	27	61	0	39	49	0
	Subtotal	**96**	**428**	**238**	**198**	324	240
Total		**242**	**776**	**340**	**332**	**665**	**361**

Fonte: MMA (11/2011)

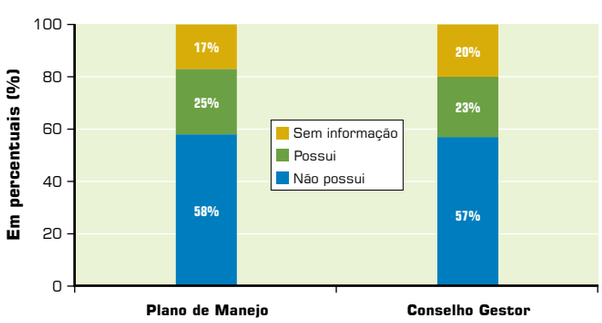


Figura 4.36 Representatividade das UCs de proteção integral em termos de elaboração de plano de manejo e de implantação de conselho gestor.

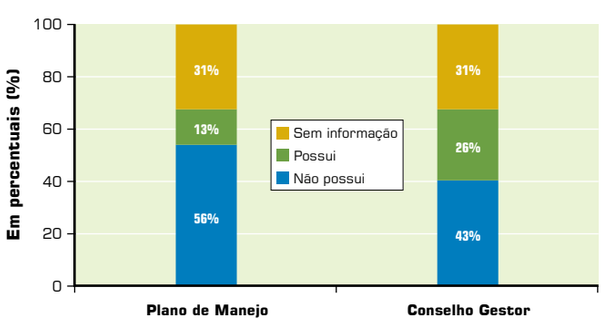


Figura 4.37 Representatividade das UCs de uso sustentável em termos de elaboração de plano de manejo e de implantação de conselho gestor.

Fonte: Base digital de dados geoespacializados das áreas protegidas do Brasil, compilados pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação e de Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente (11/2011)

Observa-se que, entre as UCs de proteção integral, do total de 596 áreas no território brasileiro, apenas 74 possuem, ao mesmo tempo, plano de manejo e conselho gestor. Para as 762 UCs de uso sustentável, esse número é de somente 63 unidades. Considerando apenas as UCs federais, o cenário que se apresenta é o seguinte: para as UCs de uso sustentável, do total de 173 unidades, 29 possuem plano de manejo e 77 têm conselho gestor, sendo que apenas 26 possuem ambos; para as UCs de proteção integral, das 137 unidades, 53 possuem plano de manejo e 57 possuem conselho gestor, restando apenas 39 que possuem os dois instrumentos de gestão.

Nos últimos anos, importantes avanços ocorreram na definição de conselhos gestores e na elaboração de planos de manejo do conjunto das UCs. Contudo, muito ainda precisa ser feito para que tais instrumentos de gestão sejam efetivamente implementados.



Sérgio Andreas Schubart

4.3.4 Outras Áreas Protegidas

Além das UCs integrantes do Snuc, existem outros espaços naturais especialmente protegidos, criados para finalidades diversas, e que, muitas vezes, cumprem importante papel na conservação da biodiversidade.

4.3.4.1 Áreas Protegidas não Previstas no Snuc

Em âmbito federal, conforme destacado anteriormente, todas as UCs criadas estão enquadradas conforme as categorias previstas na Lei do Snuc e cadastradas no Cnuc. Contudo, nos estados e municípios, existem diversas outras categorias de áreas legalmente protegidas que, embora tenham objetivos expressos de proteção e conservação da biodiversidade, não correspondem às categorias previstas e, portanto, não podem ser inscritas no Cnuc. Outras áreas, ainda, não possuem o objetivo de proteção da biodiversidade, tendo sido criadas para resguardar recursos naturais de importância fundamental à qualidade de vida das populações, como as áreas que buscam proteger as fontes de captação de recursos hídricos para o abastecimento urbano, as áreas destinadas a lazer ou a pesquisas e experimentos, os jardins botânicos, os zoológicos etc.

As categorias mais comuns de áreas legalmente protegidas não previstas no Snuc são: parques ecológicos, reservas ecológicas, estações experimentais, áreas de proteção especial, hortos florestais, reservas florestais, entre outras. Por suas denominações atuais, não são passíveis de compor o Cnuc.

A representatividade dessas áreas, no território nacional, é bastante importante e carece de sistematização do mapeamento que forneça uma visão da totalidade de áreas legalmente protegidas.

A Tabela 4.27 apresenta o conjunto de áreas protegidas não contempladas no Snuc, que possuem seus limites definidos, e que estão disponíveis em bases de dados geoespaciais. Vale destacar que uma quantidade bastante grande de áreas, sobretudo na esfera municipal, não possui seus respectivos polígonos delimitados e, portanto, não existem mapeamentos disponíveis.

Tabela 4.27 Áreas protegidas não contempladas pelo Snuc.

Categoria	Quantidade	Área (km²)[1]
Área de Proteção Especial	24	3.072,5
Estação Experimental	20	276
Horto Florestal	7	4
Parque[2]	83	44
Parque Ecológico	55	172,5
Parque Florestal	9	36
Reserva Ecológica	44	296
Reserva Florestal	9	261
Outras	19	1.367
Total	**270**	**5.529**

Fonte: Base digital de dados geoespacializados das áreas protegidas do Brasil, compilados pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação e de Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente (11/2011)

[1] As áreas foram calculadas via programa de geoprocessamento, o que pode não corresponder à área constante dos respectivos atos legais de criação de cada UC.
[2] A categoria "Parque" engloba todas as outras denominações diferentes de Parque Ecológico e Parque Florestal.



Jailton Dias

4.3.4.2 Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal

A legislação brasileira prevê outras estratégias de proteção especial de espaços territoriais, enquanto instrumentos de salvaguarda ambiental, que são a Área de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL).

A APP, dadas as suas características geográficas, deve ser protegida tendo como foco principal a preservação da vegetação que, por conseguinte, protege outros elementos naturais, como os recursos hídricos, as cavidades naturais, as reservas minerais etc. Pela definição legal, uma APP corresponde a uma área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Objetivamente, entre as áreas previstas como de preservação permanente, estão as áreas de nascentes, as margens de lagos e cursos d'água, os topos de morros e áreas íngremes, as dunas e restingas etc.

A RL é definida legalmente como área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

É consenso entre os pesquisadores que as APPs são insubstituíveis, dada a sua grande biodiversidade, o alto grau de especialização e endemismo, e a provisão de importantes serviços ecossistêmicos à sociedade, como a estabilização e regularização hídrica e geológica, a manutenção de polinizadores e o controle de predadores de pragas, de doenças e das espécies exóticas invasoras (SBPC, 2011). As APPs funcionam, ademais, como corredores ecológicos, provendo a conectividade, facilitando o fluxo de indivíduos da fauna ao longo da paisagem, garantindo a sobrevivência de muitas espécies e aumentando a diversidade genética (ALMEIDA VIEIRA; DE CARVALHO, 2008 apud METZGER, 2010).

Por sua vez, as RLs têm funções ambientais e características biológicas distintas das APPs quando se leva em conta a composição e a estrutura de sua biota, ou seja, são categorias distintas de instrumentos de salvaguarda ambiental. Metzger (2010) afirma que, considerar APPs e RLs no mesmo cômputo, seria um grande erro, uma vez que essas áreas não são equivalentes, mas complementares, pois as variações geomorfológicas, climáticas e de composição da flora e da fauna nativa variam enormemente entre elas.

O mapeamento e a quantificação de áreas de RLs e, sobretudo de APPs, efetivamente conservadas, são bastante difíceis, uma vez que não possuem delimitação objetiva, apresentando-se difusas no território.

Em estudo desenvolvido por Sparovek et al. (2010), agregando informações dos municípios, os autores destacam que uma conformidade total das propriedades privadas do País com a legislação significaria cerca de 250 milhões de hectares destinados para reservas legais. Entretanto, estima-se a existência da ordem de apenas 218 milhões de hectares, significando um déficit de 36 milhões de hectares. Ao mesmo tempo, esse déficit de RL varia tanto em termos

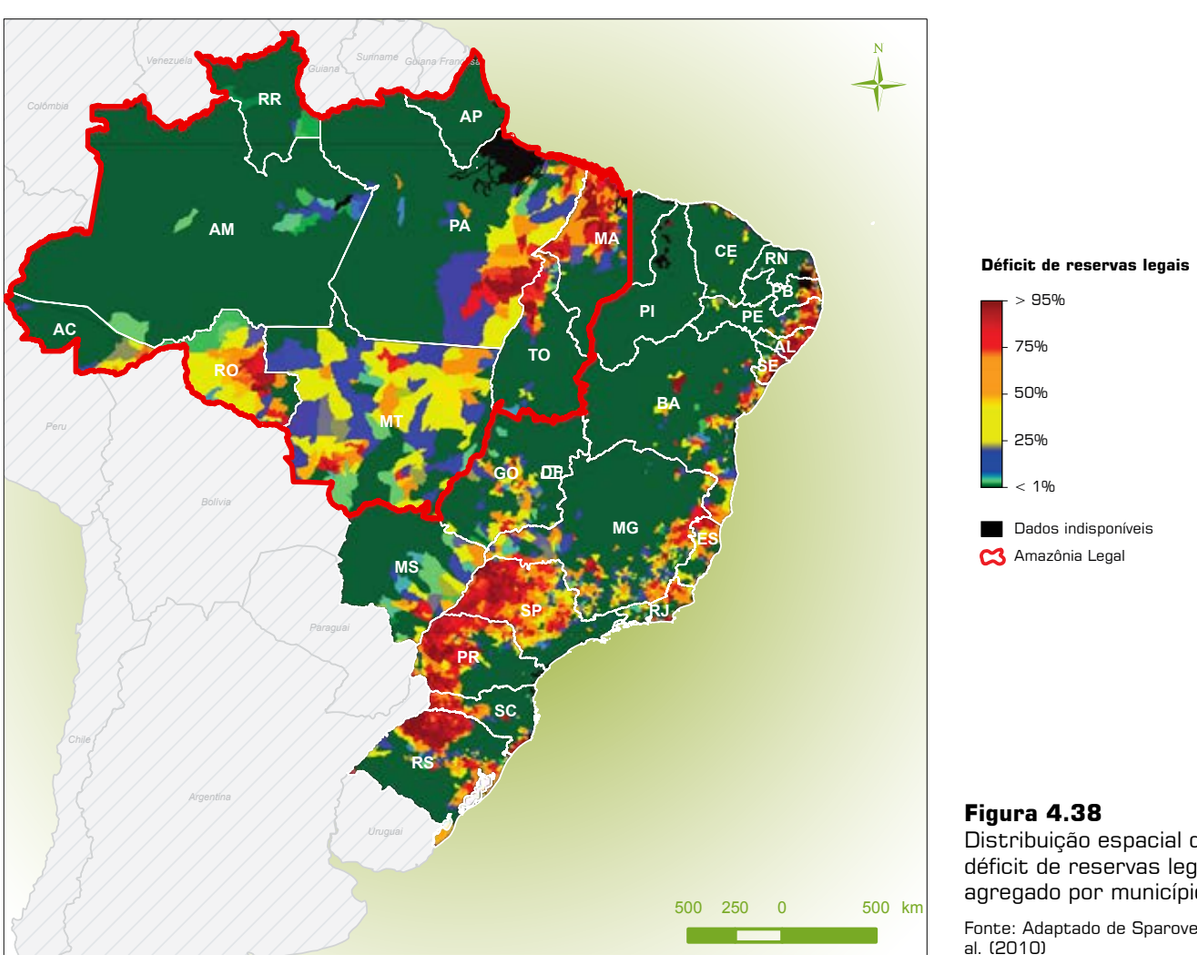


Figura 4.38
Distribuição espacial do déficit de reservas legais agregado por município.

Fonte: Adaptado de Sparovek et al. (2010)

regionais (8% na Região Sudeste e 24% na Região Norte) quanto por biomas (sendo 1% no Pantanal e 34% na Amazônia, onde 80% das terras devem ser destinadas para RLs e APPs). Apenas na Amazônia Legal, a estimativa é de um déficit de 27% (SPAROVEK et al., 2010). A Figura 4.38 expressa o estudo feito em termos de déficit de RLs.

Comparando os valores apresentados pelo estudo em termos de áreas de vegetação natural a serem conservadas pelo domínio privado (250 milhões de hectares), com o total de áreas atualmente protegidas por UCs de proteção integral[7] (aproximadamente 52 milhões de hectares[8]), verifica-se que, teoricamente, está a cargo do domínio privado a responsabilidade de proteção da maior parte da vegetação natural brasileira, numa proporção de 5 para 1. Esse fato demonstra a relevância no cumprimento da legislação para a proteção do patrimônio natural brasileiro e, ao mesmo tempo, remete aos riscos a que esse patrimônio está submetido, diante das dimensões continentais do País e das dificuldades ainda existentes em termos de monitoramento e fiscalização.



Caroline Vieira Cooke

A implantação do licenciamento ambiental de propriedades rurais em alguns estados brasileiros, sobretudo na Amazônia Legal, permitiu conter o avanço dos desmatamentos ilegais em áreas de RLs e APPs.

No Estado de Mato Grosso, foi implantado, em 1999, o Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedades Rurais (SLAPR) que, conceitualmente, constitui mecanismo sofisticado de mapeamento e controle do desmatamento, resultando numa importante ferramenta de monitoramento de RL e APP de cada propriedade rural cadastrada no sistema, com o uso de geotecnologias.

Em 2001, tomando como referência a experiência do Estado de Mato Grosso, o MMA, por meio da Portaria MMA nº 203, de 30 de maio de 2001, instituiu o licenciamento ambiental em propriedades rurais em 29 municípios estratégicos dos estados do Pará e de Rondônia, onde os índices de desmatamento eram críticos. As especificações técnicas do processo de licenciamento ambiental em propriedades rurais foram estabelecidas pela Portaria Ibama nº 9, de 23 de janeiro de 2002. Com a publicação da Portaria MMA nº 303, de 1º de julho de 2003, estabeleceu-se que, a partir de julho de 2004, o licenciamento ambiental da propriedade rural é condição básica para a concessão das autorizações de desmatamento para usos alternativos do solo.

4.3.4.3 Terras Indígenas

As terras indígenas são definidas com base no art. 231 da Constituição Federal que garante aos indígenas "os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens". A gestão das terras indígenas é responsabilidade da Fundação Nacional do Índio (Funai), subordinada ao Ministério da Justiça e, como as UCs federais, são patrimônio da União, cuja posse permanente e direito de "usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos" existentes em seus territórios são dados aos indígenas.

Juntamente com as UCs, as terras indígenas exercem papel fundamental na proteção e conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, com destaque para a região amazônica, correspondendo a um total de 18% da área da Amazônia Legal (Figura 4.39) e funcionando, muitas vezes, como barreira para o avanço dos desmatamentos e da fronteira agrícola.

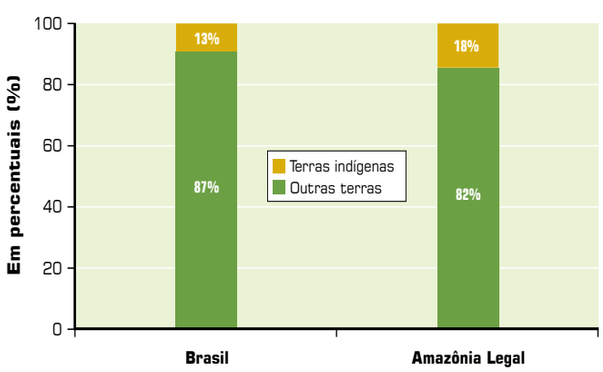


Figura 4.39 Representatividade das terras indígenas no território brasileiro e na Amazônia Legal (11/2001).

Fonte: Base digital de dados geoespaciais da Funai, disponível em: http://www.funai.gov.br (11/2011)

A maior parte das terras indígenas está localizada na Amazônia Legal, com um total de 359 unidades, o que representa, em termos de superfície, 98,44% do total das terras indígenas no território brasileiro. O restante 1,66% de superfície está distribuído em 193 unidades (de um total de 552) localizadas fora da Amazônia Legal.

A Figura 4.40 e a Tabela 4.28 apresentam, respectivamente, a distribuição, em termos de área, por situação fundiária e a distribuição espacial das terras indígenas no território brasileiro.

[7] Foram utilizadas apenas as UCs de proteção integral devido aos seus objetivos expressos de preservar a natureza e, com exceção dos Monumentos Naturais e dos Refúgios de Vida Silvestre, por não admitir propriedades privadas em seu interior.

[8] Valores calculados a partir da base digital de dados geoespacializados das áreas protegidas do Brasil, compilados pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação e órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, atualizados até 11/2011.

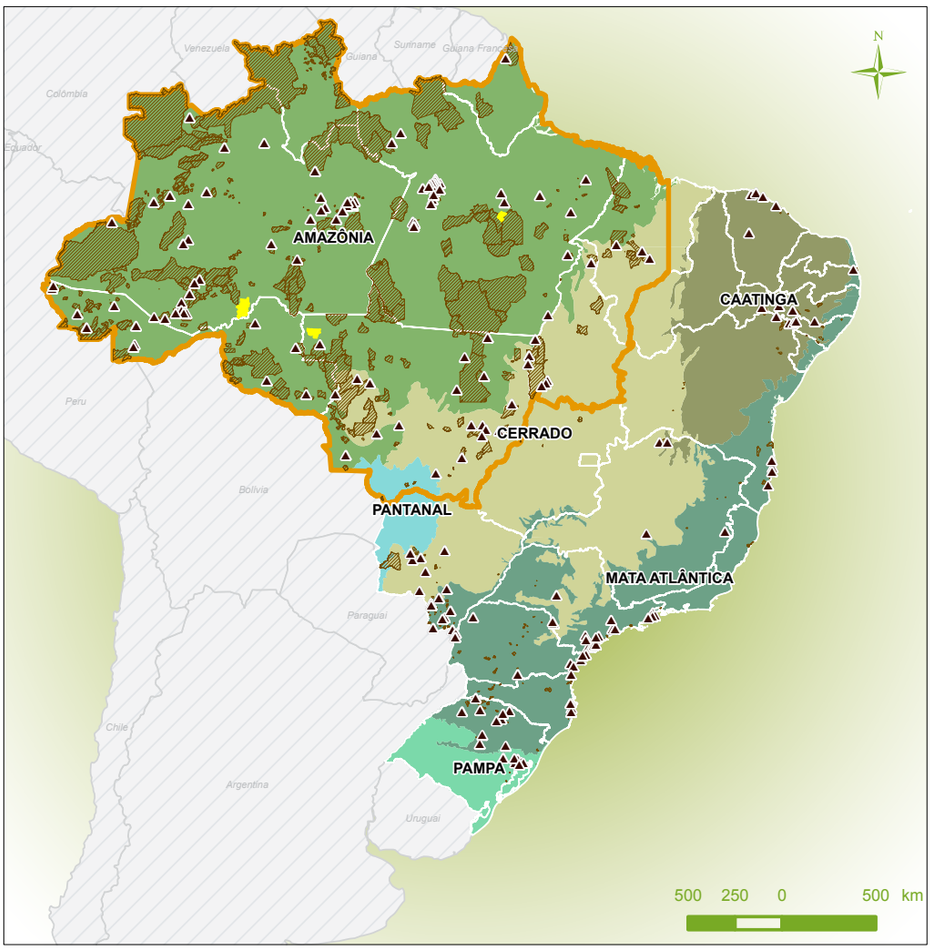


Figura 4.40
Distribuição das terras indígenas no território brasileiro.

Fonte: Funai

Tabela 4.28 Terras Indígenas do Brasil, segundo a situação fundiária.

Situação[1]	Quantidade	Área (ha)
Declarada	62	4.955.551
Delimitada	25	2.543.925
Encaminhada RI	29	78.363
Homologada	27	524.140
Regularizada	409	103.383.317
Em estudo/restrição	197	-
Total	**749**	**111.485.296**

Fonte: Base digital de dados geoespaciais da Funai, disponível em: http://www.funai.gov.br (11/2011)

[1] Situação fundiária das terras indígenas: em estudo/restrição (terra indígena em fase de estudos ou com portaria de restrição de uso); declarada (terra indígena com relatório antropológico e limites reconhecidos pelo Ministério da Justiça); delimitada (terra indígena com relatório antropológico e limites aprovados pela Funai); encaminhada como RI (terra indígena adquirida, em processo de aquisição ou registrada como dominial); homologada (terra indígena com a demarcação homologada pela Presidência da República); regularizada (terra indígena com registro no Cartório de Registro de Imóveis e na Secretaria do Patrimônio da União).

4.3.5 Áreas Protegidas e Cavidades Naturais Subterrâneas

De acordo com a base de dados geoespacializados disponibilizada pelo Cecav[9], atualizada até novembro de 2011, havia um total de 10.137 registros de cavidades naturais subterrâneas (Figura 4.41).

O cruzamento desses dados com a base de UCs compilada pelo Ibama[10] e com a base da situação fundiária da Funai demonstra que 3.533 cavernas (34,85%) estão localizadas em 143 áreas protegidas, sendo 66 de uso sustentável, 68 de proteção integral e nove de terras indígenas[11] (Figura 4.42).

Considerando somente a esfera administrativa federal, existem 1.906 cavernas dentro de 41 UCs, distribuídas em cinco categorias do Snuc, o que representa 18,92% das cavernas disponibilizadas pelo cadastro do Cecav em novembro de 2011.

Do total das cavernas dentro de UCs, apenas 10% das cavidades subterrâneas estão localizadas dentro de UCs

[9] Base digital de dados geoespacializados de cavernas, disponibilizada pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav), do Instituto Chico Mendes. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=228>. Acesso em: 26 ago. 2011.

[10] Base digital de dados geoespacializados das áreas protegidas do Brasil, compilados pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação e de Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente (atualizado até 11/2011).

[11] Base digital de dados geoespacializados da situação fundiária indígena, disponibilizados pela Diretoria de Proteção Territorial da Funai. Disponível em: <http://mapas.funai.gov.br>. Acesso em: 26 ago. 2011.

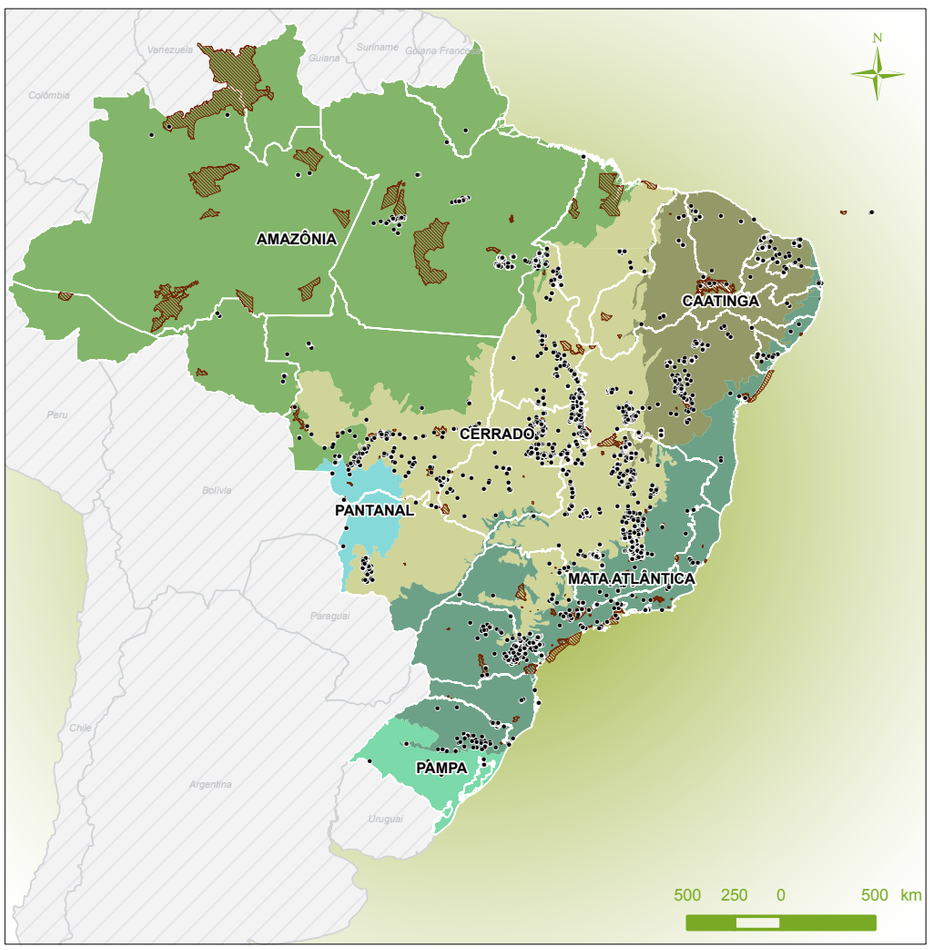


Figura 4.41 Distribuição das áreas protegidas do Brasil com cavidades naturais subterrâneas (atualizado até 11/2011).
Fonte: Instituto Chico Mendes (11/2011)

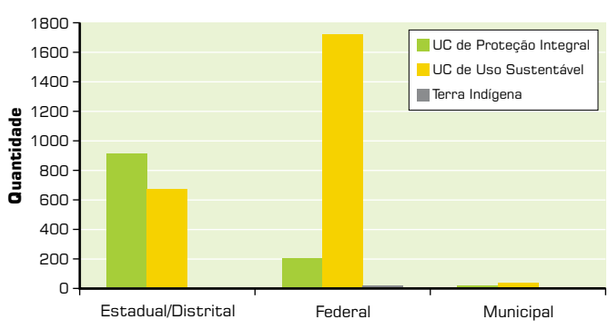


Figura 4.42 Distribuição de cavidades naturais subterrâneas por categoria e jurisdição das áreas protegidas do Brasil.
Fonte: Cecav (11/2011)

de proteção integral, enquanto 90% se encontram em UCs de uso sustentável (Tabela 4.29), o que não garante a efetiva proteção do patrimônio espeleológico brasileiro, dados os tipos de usos que são permitidos nessas categorias de UCs.

De fato, existem poucas UCs especialmente criadas pelo Governo federal, com o objetivo de proteger o patrimônio espeleológico, entre as quais se encontram: os Parques Nacionais de Ubajara (CE), da Serra da Bodoquena (MS), da Serra do Cipó (MG) e das Cavernas do Peruaçu (MG) do grupo de Proteção Integral; as APAs Cavernas do Peruaçu (MG), Carste Lagoa Santa (MG), Chapada do Araripe (CE), Morro da Pedreira (MG) e Nascentes do Rio Vermelho (GO), do grupo de uso sustentável.

Tabela 4.29 Distribuição de cavidades naturais subterrâneas em UCs federais (11/2011).

Grupo	Categoria	Quantidade de UCs federais com cavernas	Quantidade de cavernas dentro de UCs federais
Uso Sustentável	Floresta Nacional	3	1.052
	Área de Proteção Ambiental	12	651
	Reserva Extrativista	3	9
	Subtotal	**18**	**1.712**
Proteção Integral	Parque Nacional	19	186
	Estação Ecológica	4	8
	Subtotal	**23**	**194**
Total		**41**	**1.906**

Fonte: Instituto Chico Mendes (11/2011)

4.3.6 Planos de Ação para a Conservação de Espécies e Ecossistemas

Um plano de ação é compreendido como uma ferramenta de gestão para a conservação da biodiversidade, que define medidas de recuperação, conservação das espécies e dos seus hábitats. Segundo a Instrução Normativa nº 6, de 2008, a coordenação dos planos de ação está sob responsabilidade do Instituto Chico Mendes e do JBRJ, e devem ser elaborados e implementados com a participação da comunidade científica e da sociedade organizada.

4.3.6.1 Planejamento da Conservação das Espécies da Flora do Brasil

O primeiro plano de ação elaborado para uma espécie da flora brasileira foi o Plano de Ação: Conservação e Manejo do Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) (MARTINELLI et al., 1997), seguido, na década posterior, por mais três estudos que visam ao planejamento de ações para a conservação: Tentando evitar mais uma extinção: O Caso do 'Faveiro de Wilson' (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini) (FERNANDES et al., 2007); o Projeto Cores: conservação das orquídeas em risco de extinção (FRAGA; SMIDT, 2009) e Conservação e manejo de *Worsleya rayneri* (Hooker) Traub. & Moldenke (*Amaryllidaceae*): uma espécie de campos de altitude ameaçada de extinção (MORAES, 2009).

O Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) divulgou o Edital nº 4/2001, que teve como objetivo selecionar projetos de manejo de espécies ameaçadas de extinção e de espécies invasoras. Alguns projetos aprovados envolveram espécies da flora ameaçadas de extinção como o pau-rosa (*Aniba roseodora*), o palmito (*Euterpe edulis*), plantas da Caatinga e espécies de Euriocaulaceae, Orchidaceae e Cactaceae da Chapada Diamantina.

Os planos de ação devem estar organizados segundo as prioridades determinadas na avaliação do estado de conservação das espécies em risco de extinção. Em relação à implementação de planos de ação para a flora do Brasil, sugere-se a criação de infraestrutura e corpo técnico permanentes e específicos; a criação de normas para validação das atividades do corpo técnico; o melhor alinhamento entre a academia e tomadores de decisão, por meio da oficialização de pesquisas com metas nacionais e globais; e a criação de um sistema capaz de compilar as informações necessárias para o planejamento de ações.

A IUCN elaborou planos de ação para determinados grupos de plantas por meio da Comissão de Sobrevivência de Espécies, que incluem planos para orquídeas, cactos e suculentas, coníferas e palmeiras (IUCN, 2008). As famílias Cactaceae e Orquidaceae estão entre as mais representativas em ambos os anexos da Instrução Normativa, e esses planos poderiam ser adaptados à realidade das respectivas espécies constituintes desses grupos presentes na lista do Brasil.

4.3.6.2 Planejamento da Conservação das Espécies da Fauna do Brasil

Considerando que as áreas protegidas não englobam todas as espécies da fauna ameaçadas de extinção e que as ações necessárias para sua conservação vão além da manutenção desses ambientes, o Governo brasileiro, por meio do Instituto Chico Mendes, identifica as medidas necessárias para combater as ameaças que põem essas espécies em risco de extinção e elabora Planos de Ação Nacionais para a recuperação das espécies ameaçadas de extinção (PAN).



Projeto Tamar

Essas ações abrangem a interferência em políticas públicas (criação e gestão de UCs, fiscalização, licenciamento ambiental, entre outros), o desenvolvimento de conhecimento, a sensibilização de comunidades, o controle da ação humana e o manejo de espécies e paisagens. As ações são pactuadas com atores locais de modo a melhorar o estado de conservação das espécies, por meio de interferências localizadas (INSTITUTO CHICO MENDES, 2010).

Hoje, 23% das espécies ameaçadas da fauna brasileira possuem planos de ação. Efetivamente, os grupos que estão mais bem atendidos por essa meta são os dos mamíferos e invertebrados terrestres. As espécies aquáticas são as que mais carecem de esforços para a elaboração de PANs (Tabela 4.30).

Tabela 4.30 Número de espécies da fauna ameaçadas de extinção com planos de ação nacionais para recuperação, por grupo taxonômico.

Grupo Taxonômico	Espécies ameaçadas de extinção contempladas em PANs	Participação relativa ao número total de espécies ameaçadas do grupo
Anfíbios	1	6%
Aves	25	16%
Invertebrados Aquáticos	3	4%
Invertebrados Terrestres	57	44%
Mamíferos	47	68%
Peixes	4	3%
Répteis	9	45%
Total	**146**	**23%**

Fonte: Instituto Chico Mendes (2010)

Para atender a essas 146 espécies da fauna ameaçadas de extinção, foram elaborados 24 PANs entre o período de 2004 a 2010. Os PANs são coordenados pelos centros de pesquisa e conservação do Instituto Chico Mendes e englobam, ao todo, 1.463 ações, tendo valor estimado de quase R$ 200 milhões para a implementação nos próximos 5 anos, sem considerar aqueles que não tiveram seu custo previsto (Tabela 4.31).

Tabela 4.31 Planos de ação nacionais para a recuperação das espécies ameaçadas de extinção.

Plano de Ação	Número de Espécies Ameaçadas	Portaria Instituto Chico Mendes[1]	Coordenação[2]	Número de Ações	Custo Estimado (R$)
Mutum-do-sudeste	1	2004	Cemave	35	Não Estimado
Albatrozes e petréis	11	2006	Cemave	43	Não Estimado
Pato-mergulhão	1	2006	Cemave	38	Não Estimado
Arara-azul-de-lear	1	2006	Cemave	70	Não Estimado
Aves de rapina	3	2006	Cemave	44	Não Estimado
Galiformes	8	2008	Cemave	31	Não Estimado
Mutum-de-alagoas	3	2008	Cemave	28	Não Estimado
Formigueiro do litoral	1	93/2010	Save Brasil	58	Não Estimado
Toninha	1	91/2010	CMA	88	2.621.000,00
Grandes cetáceos e pinípedes	6	96/2010	CMA	226	Não Estimado
Sirênios	2	85/2010	CMA	34	10.833.000,00
Herpetofauna insular	4	94/2010	RAN	88	7.315.000,00
Ariranha	1	88/2010	Cenap	42	1.465.000,00
Muriqui	2	87/2010	CPB	54	2.970.000,00
Borboletas	57	92/2010	Cecat	75	1.678.500,00
Ouriço-preto	1	90/2010	UESC/BA	47	2.733.847,00
Morceguinho-do-cerrado	1	89/2010	ZooUnB	52	Não Estimado
Soldadinho-do-araripe	1	95/2010	Aquasis	42	4.703.500,00
Cervídeos	2	97/2010	Nupecce/Unesp	67	2.062.000,00
Tartarugas marinhas	5	135/2010	Tamar	71	44.450.000,00
Mamíferos da Mata Atlântica Central	23	134/2010	CPB	42	55.000.000,00
Papagaios da Mata Atlântica	4	130/2010	Cemave	28	24.435.000,00
Espécies do Paraíba do Sul	9	131/2010	Cepta	86	6.170.000,00
Onça-pintada	1	132/2010	Cenap	74	12.670.000,00
Total	**146**	**-**	**-**	**1.463**	**179.106.847,00**

Fonte: Instituto Chico Mendes

[1] Os PANs elaborados até 2008 (marcados com asterisco) não tiveram portaria de aprovação.
[2] Cemave (Centro Nacional de Pesquisa para Conservação de Aves Silvestres – Instituto Chico Mendes); Save Brasil (Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil); CMA (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos – Instituto Chico Mendes); RAN (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios – Instituto Chico Mendes); Cenap (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros – Instituto Chico Mendes); CPB (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros – Instituto Chico Mendes); Cecat (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga – Instituto Chico Mendes); UESC/BA (Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia); ZooUnB (Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília); Aquasis (Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos); Nupecce/Unesp; Tamar (Programa Brasileiro de Conservação das Tartarugas Marinhas – Instituto Chico Mendes); Cepta (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – Instituto Chico Mendes).

4.3.6.3 Programa de Conservação dos Recifes de Coral Brasileiros

O Brasil responde por uma enorme responsabilidade na proteção e no uso sustentável dos recifes de coral, uma vez que possui os únicos ambientes recifais de todo o Atlântico Sul, formados por fauna, na maioria endêmica, da província brasileira. A significativa importância ambiental e socioeconômica dos recifes de coral levou o MMA, contando com diversas parcerias, a coordenar e incentivar iniciativas destinadas a estabelecer uma rede de proteção para esse ecossistema marinho, tais como:

- Publicação do Atlas de Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras.
- Implementação da Campanha de Conduta Consciente em Ambientes Recifais.
- Implementação do Programa de Monitoramento dos Recifes de Coral Brasileiros.
- Implementação do Projeto Coral Vivo.

Complementarmente, a proteção dos ambientes recifais no Brasil foi fortalecida com a adesão formal do País, em 2006, à *International Coral Reef Initiative*. Ao mesmo tempo, vários projetos desenvolvidos em âmbito local têm contribuído para a pesquisa, educação e conservação dos recifes de coral no Brasil, destacando as iniciativas para a recuperação de recifes na Reserva Extrativista do Corumbau, e o desenvolvimento do Projeto *Marine Management Areas* na área do Banco dos Abrolhos, ambos resultados da parceria entre a ONG Conservação Internacional do Brasil e o Instituto Chico Mendes. Além desses, merece ênfase o Projeto Pró-Abrolhos, que investiga o funcionamento desse ecossistema com vistas à sua preservação. Tal projeto é liderado pela Universidade de São Paulo (USP) e conta com participação de pesquisadores da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Conservação Internacional do Brasil, com recursos do CNPq/MCTI (BRASIL, 2010).

4.3.6.4 Ações para a Conservação do Patrimônio Espeleológico e Espécies Associadas

Com o objetivo de desenvolver estratégia nacional de conservação e uso sustentável do patrimônio espeleológico,

o MMA instituiu o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (Portaria nº 358/2009-MMA, de 30 de setembro de 2009), constituído por seis componentes e respectivas metas, considerados como os eixos de orientação para as etapas de detalhamento, implementação e avaliação do próprio Programa (Tabela 4.32).

Tabela 4.32 Componentes e metas iniciais do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico.

Componentes	Metas iniciais
1 - Conhecimento do Patrimônio Espeleológico	1. Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Nacional. 2. Diagnóstico das Unidades Espeleológicas do Brasil. 3. Programa de pesquisa aplicado à conservação e manejo de cavernas.
2 - Conservação do Patrimônio Espeleológico	1. Criação de 30 unidades de conservação federais com o objetivo de proteger cavidades naturais subterrâneas de significativa importância ecológica e cênica. 2. Realização de estudos espeleológicos na elaboração de planos de manejo nas unidades de conservação federais.
3 - Utilização Sustentável dos Componentes do Patrimônio Espeleológico	Elaboração de um programa de turismo sustentável para as cavernas brasileiras, incentivando a inserção do Brasil no cenário mundial da prática de espeleomergulho, com abertura do circuito nacional.
4 - Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre o Patrimônio Espeleológico	Elaboração de norma para regulamentação do uso do patrimônio espeleológico, com base no diagnóstico espeleológico brasileiro e em consonância com os princípios estabelecidos nesse Programa.
5 - Divulgação sobre o Patrimônio Espeleológico	1. Lançamento da Revista Brasileira de Espeleologia. 2. Criação e implementação do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie).
6 - Fortalecimento Institucional para a Gestão do Patrimônio Espeleológico	Realização do primeiro curso de pós-graduação *latu sensu* em espeleologia do Brasil.

Fonte: MMA

Assim, unificando os pressupostos, os princípios e as prioridades do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico com as estratégias adotadas pelo Instituto Chico Mendes, em 2009, foram elaborados planos de ação de ambientes e ecossistemas envolvendo parceiros externos.

Para a implementação desses planos estão sendo desenvolvidas as seguintes ações, visando modificar o estado da conservação do patrimônio espeleológico e das espécies a ele associadas:

1 – Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco – PAN Cavernas do São Francisco –, sob a coordenação do Cecav, cujo objetivo é garantir a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro, por meio do seu conhecimento, da promoção do seu uso sustentável e da redução dos impactos antrópicos, prioritariamente nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco, nos próximos 5 anos. Envolveu a realização de quatro oficinas preparatórias, reunindo 128 representantes de 70 instituições governamentais (federais, estaduais e municipais), não governamentais e setor produtivo, além de uma oficina final para a validação dos resultados. Foram estabelecidas 14 metas e 136 ações. Abrange 4.287 cavernas e 11 espécies ameaçadas de extinção – três na categoria Criticamente em Perigo (CR) e oito na categoria Vulnerável (VU), de acordo com o Livro Vermelho (MACHADO, A. B. M. et al., 2008);

2 – Plano de Ação Nacional para Conservação do Morceguinho-do-cerrado (*Lonchophylla dekeyseri*) – PAN Morceguinho-do-cerrado –, composto por cinco metas com o objetivo de aumentar a viabilidade populacional de *Lonchophylla dekeyseri* em 5 anos, evitando sua extinção. A coordenação é do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília (UnB);

3 – Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central – PAN Mamíferos da Mata Atlântica Central –, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB), que tem como objetivo incrementar a viabilidade de 23 espécies-alvo, entre elas *Lonchophylla bokermanni* (morcego-beija-flor), com a reversão do declínio populacional e ampliação da extensão, conectividade e qualidade de seus hábitats em áreas estratégicas, dentro de 5 anos;

4 – Avaliação do estado de conservação das espécies de animais troglóbios (espécies de animais exclusivamente subterrâneos);

5 – Avaliação do estado de conservação das espécies da ordem Chiroptera (morcegos).

4.3.6.5 Planos de Combate ao Desmatamento

Como parte de uma estratégia para enfrentar os elevados índices de desmatamento divulgados pelo Inpe, em 2003, foi constituído um grupo de trabalho para avaliar e propor ações a serem implementadas com a participação da sociedade civil e dos governos locais, com vistas à redução dos desmatamentos na Amazônia Legal.

Assim, em 2004, foi lançado o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal (PPCDAm), contendo os seguintes eixos: i) ordenamento



Diogo Lagroteria

fundiário e territorial; ii) monitoramento e controle ambiental; e iii) fomento a atividades produtivas sustentáveis. O plano tem como objetivo promover a redução das taxas de desmatamento por meio de um conjunto de ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle ambiental, fomento a atividades produtivas sustentáveis, contando com o envolvimento de órgãos federais, governos estaduais, prefeituras, entidades da sociedade civil e o setor privado. Esse plano mira o fim do desmatamento ilegal numa das regiões mais ricas do mundo, em termos ambientais. Trata-se de um esforço governamental coordenado para contribuir para a transição do atual modelo de crescimento predatório para o desenvolvimento sustentável, considerando a importância da floresta em pé e dos recursos naturais associados e a promoção de meios econômicos e sociais em benefício a 25 milhões de pessoas da Amazônia (BRASIL, 2009b).

Em 2010, foi criado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), por meio do Decreto s/n, de 15 de setembro de 2010. Esse é um dos instrumentos para alcançar os compromissos nacionais voluntários apresentados pelo Governo brasileiro à Conferência das Partes (COP) 15, em Copenhague, e expressos na Lei nº 12.187/2009 que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima. Compõe-se de uma série de ações de vários ministérios e órgãos, no intuito de conciliar desenvolvimento econômico com redução das taxas de desmatamento.

O PPCerrado articula importantes estratégias para combater o desmatamento e os incêndios florestais, com ações distribuídas em três eixos (monitoramento e controle, áreas protegidas e ordenamento territorial, e fomento às atividades produtivas sustentáveis), além de contar com a experiência governamental alcançada na Amazônia por meio do PPCDAm, que, nos últimos anos, vem conseguindo registrar quedas expressivas no desmatamento.

Da mesma forma que está sendo realizado para o Cerrado e para a Amazônia, no bioma Caatinga, cuja área desmatada supera os 45% do total original, teve início, em 2010, a discussão de uma proposta de Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga (PPCaatinga). Com o intuito de auxiliar os atores governamentais e não governamentais na elaboração do PPCaatinga, foi publicado pelo MMA os Subsídios para a Elaboração do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga, que traz um diagnóstico sobre a dinâmica do desmatamento no bioma e aponta os resultados esperados, bem como as diretrizes estratégicas a serem consideradas na implementação no PPCaatinga.

4.3.7 Mecanismos Financeiros e Benefícios da Conservação da Biodiversidade

Os mecanismos financeiros para a conservação da biodiversidade estão diretamente relacionados aos Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que têm sido adotados em diversos países do mundo. Eles constituem maneiras de garantir a manutenção dos serviços ambientais – historicamente vistos como gratuitos – por meio da remuneração dos seus provedores (proprietários rurais, comunidades, municípios etc.). Trata-se de compensar, via pagamento direto, os detentores dos meios de provisão dos serviços ambientais, pela adoção de práticas que garantam a conservação e/ou restauração dos ecossistemas.

Nesse sentido, por meio de mecanismos financeiros, são buscadas formas alternativas de conservar os ecossistemas e os recursos ambientais, sem que o Poder Público seja o único responsável pela sua manutenção. Altmann (2010) destaca dois requisitos básicos para que o PSA se consolide: acordo entre as partes (transação voluntária), concretiza-

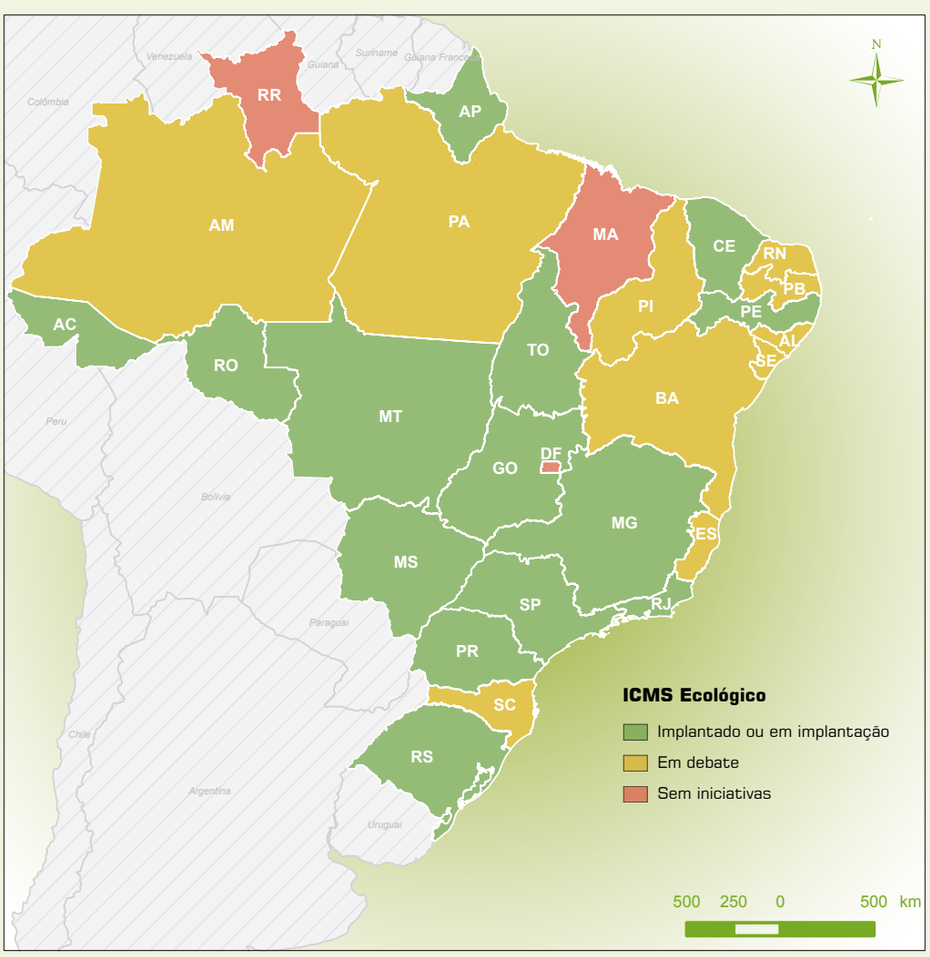
ICMS Ecológico

O ICMS Ecológico estimula a conservação da natureza, uma vez que compensa os municípios pelas áreas destinadas à conservação e também incentiva a criação de outras áreas protegidas. Trata-se de uma forma de pagamento por serviços ambientais para a conservação da biodiversidade, de áreas de mananciais e de outros fatores ambientais, caracterizando-se como um mecanismo fiscal que não atinge diretamente o "bolso" do contribuinte e que premia os municípios que possuem áreas protegidas (ICMS-E, 2011). A esse respeito, Loureiro (2002) afirma que "nascido sob a égide da compensação, o ICMS Ecológico evoluiu, transformando-se em mecanismo de incentivo à conservação ambiental, o que mais o caracteriza, representando uma promissora alternativa na composição dos instrumentos de política pública para a conservação ambiental no Brasil".

Dessa forma, o ICMS Ecológico foi criado em razão da dificuldade de alguns municípios brasileiros de expandirem seus espaços para a produção agropecuária, dadas as restrições legais impostas pelas áreas protegidas existentes em seus territórios. Assim, visando regulamentar o inciso II do art. 158 da Constituição brasileira, que permite aos estados e ao Distrito Federal legislarem sobre até ¼ do percentual do ICMS a que os municípios têm direito, o Estado do Paraná, em 1991, instituiu a primeira experiência em compensar, na forma de maior repasse de ICMS para esses municípios, como mecanismo de incentivo à conservação ambiental.

Segundo o portal do Instituto Tributo Verde de Incentivo à Conservação (http://www.tributoverde.com.br), além do Paraná, os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Rondônia, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pernambuco, Amapá, Tocantins, Acre, Rio de Janeiro, Ceará e Goiás já possuem o ICMS Ecológico aprovado, implantado ou em implantação, cada um com características próprias e diferenciados percentuais repassados aos municípios. Outros estados (Alagoas, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Paraíba, Santa Catarina, Sergipe, Piauí e Rio Grande do Norte) estão em fase de debate para a implantação do mecanismo, enquanto Maranhão, Roraima e Distrito Federal não possuem, ainda, iniciativas para a sua implantação.

Observa-se, portanto, que o ICMS Ecológico tende a criar "uma oportunidade para o estado influenciar no processo de desenvolvimento sustentável dos municípios, premiando algumas atividades ambientalmente desejáveis, o que torna o ICMS Ecológico um instrumento de política pública que representa a operacionalização de um conjunto de princípios inovadores para o aprimoramento da gestão ambiental brasileira" (ICMS-E, 2011).



do por meio de um contrato; e definição do serviço ambiental pelo qual se está pagando. Portanto, afirma Altmann (2010), o PSA pode ser entendido como um "contrato entre provedores e beneficiários, através do qual estes remuneram aqueles pela garantia do fluxo contínuo de determinado serviço ambiental, com intervenção do Estado para operacionalizar o sistema e garantir o cumprimento dos contratos".

O Brasil tem adotado algumas iniciativas de mecanismos financeiros e políticas públicas ambientais relacionadas à conservação da biodiversidade, tais como: ICMS Ecológico; Redd (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação); isenções fiscais do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) para áreas protegidas por lei, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs); compensação ambiental exigida de empreendimentos de grande impacto, como hidrelétricas e mineradoras; políticas públicas que incentivam a incorporação de práticas menos impactantes ao ambiente, como o Proambiente (Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar); o Programa Bolsa Floresta, criado pelo Governo do Estado do Amazonas, visando dar compensação financeira para os serviços prestados pelas populações tradicionais e indígenas do Amazonas: a conservação das florestas (VIANA, 2008); e o Programa Bolsa Verde, criado em 2011 pelo Governo federal, nos mesmos moldes do Bolsa Floresta.

4.3.8 Regulação do Uso da Fauna

O manejo da fauna silvestre nativa é um dos instrumentos utilizados para a conservação de espécies que sofrem pressão do tráfico. A criação em cativeiro, a comercialização legal e o manejo *in situ* constituem ferramentas utilizadas para a conservação, com o objetivo de enfraquecer a caça ilegal e o tráfico, na medida que tornam disponíveis espécies que, de outra maneira, seriam capturadas, mantidas em cativeiro ou vendidas à margem da lei.

O uso da fauna brasileira deve ter como principal objetivo a conservação das populações na natureza, em atendimento ao previsto na Constituição Federal, sendo vedadas atividades que levem as espécies à extinção ou que as submetam a situações de maus-tratos.

O interesse da coletividade deve ser considerado, pois a Administração Pública é responsável pela tutela da fauna silvestre brasileira, devendo agir sempre visando ao bem comum em detrimento dos interesses particulares. Dessa forma, a preservação de hábitats e a educação ambiental são ferramentas úteis, em longo prazo, na gestão da fauna silvestre, bem como o controle do uso da fauna *in situ* (na natureza) ou *ex situ* (em cativeiro).

A criação em cativeiro para fins científicos, educativos ou comerciais deve ser utilizada como ferramenta de conservação e em concordância com o previsto na CDB. Entre os instrumentos para a regulação das atividades relacionadas à fauna *ex situ*, está a Instrução Normativa Ibama nº 169/2008, que agrupa em nove as categorias de uso e manejo: jardim zoológico, Centros de Triagem de Animais Silvestres (Cetas), Centros de Reabilitação de Animais Silvestres (Cras), mantenedouro de fauna silvestre, criadouro científico de fauna silvestre para fins de pesquisa, criadouro científico de fauna silvestre para fins de conservação, criadouro comercial de fauna silvestre, estabelecimento comercial de fauna silvestre e abatedouro e frigorífico de fauna silvestre, todos com registro obrigatório no Sistema Nacional de Gestão de Fauna (Sisfauna) do Ibama.

Os Cetas e os Cras têm papel fundamental, em se tratando de fauna silvestre que, de alguma forma, foi retirada do seu meio natural. A Figura 4.43 apresenta os dados históricos relativos às destinações dadas aos animais que chegam aos Cetas, os quais, em sua maioria, são geridos pelo Ibama. Nota-se que, em todo o período amostral, houve predominância da soltura na natureza como meio de destinação de espécimes. Deve-se destacar, também, a grande quantidade de óbitos registrados, uma vez que muitos animais originários de apreensões ou entregas voluntárias chegam debilitados aos Cetas.

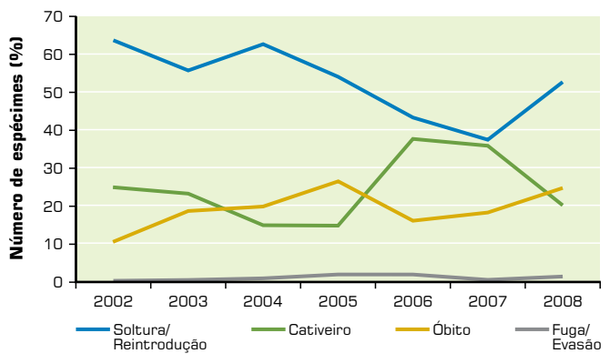


Figura 4.43 Principais destinações dadas aos espécimes oriundos dos Cetas.

Fonte: Ibama

A Figura 4.44 ilustra o quantitativo de espécimes recebidos e destinados no período de 2002 a 2008, onde se percebe que as destinações têm aumentado progressivamente, por não estarem acompanhadas pelo número de recebimentos, que cresceu muito em 2007 e 2008, revertendo a tendência de queda, o que significa um problema para os Cetas, que passam a abrigar os espécimes por longo período, muitas vezes, superando a capacidade de recebimento de novos indivíduos.

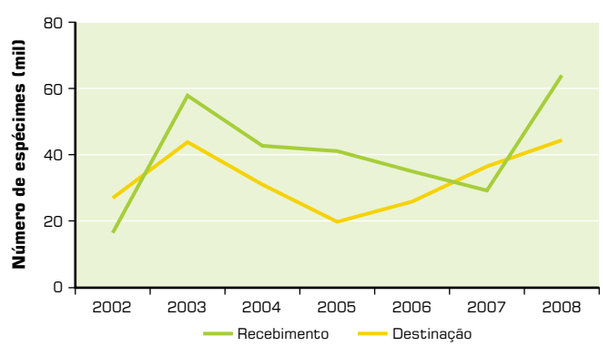


Figura 4.44 Recebimentos e destinações de espécimes nos Cetas brasileiros.

Fonte: Ibama

A Tabela 4.33 representa a quantidade de criadores autorizados no Brasil pelo Ibama que possuem autorização de uso e manejo de fauna vigente, conforme relatório gerado no Sisfauna. Entretanto, deve-se considerar um número maior de criadores existentes, uma vez que vários processos encontram-se em tramitação e em análise no Instituto.

Tabela 4.33 Principais categorias de uso e manejo da fauna, segundo a Instrução Normativa Ibama nº169/2008, registradas no Sisfauna até 12/2011.

Tipos	Definição	Nº de unidades
Jardim Zoológico	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, de pessoa física ou jurídica, constituído de coleção de animais silvestres mantidos vivos em cativeiro ou em semiliberdade e expostos à visitação pública, para atender a finalidades científicas, conservacionistas, educativas e socioculturais.	37
Mantenedouro de fauna silvestre	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, de pessoa física ou jurídica, com finalidade de criar e manter espécimes da fauna silvestre em cativeiro, sendo proibida a reprodução.	59
Criadouro científico de fauna silvestre para fins de pesquisa	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, somente de pessoa jurídica, vinculado à instituição de pesquisa ou de ensino e pesquisas oficiais, com a finalidade de criar, recriar, reproduzir e manter espécimes da fauna silvestre em cativeiro para fins de realizar e subsidiar pesquisas científicas, ensino e extensão.	21
Criadouro científico de fauna silvestre para fins de conservação	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, pessoa física ou jurídica, vinculado a planos de manejos reconhecidos, coordenados ou autorizados pelo órgão ambiental competente, com a finalidade de criar, recriar, reproduzir e manter espécimes da fauna silvestre nativa em cativeiro para fins de realizar e subsidiar programas de conservação.	13
Criadouro comercial de fauna silvestre	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, de pessoa física ou jurídica, com a finalidade de criar, recriar, terminar, reproduzir e manter espécimes da fauna silvestre em cativeiro para fins de alienação de espécimes, partes, produtos e subprodutos.	167
Estabelecimento comercial de fauna silvestre	Todo empreendimento autorizado pelo Ibama, de pessoa jurídica, com finalidade de alienar animais vivos, partes, produtos e subprodutos da fauna silvestre, procedentes de criadouros comerciais autorizados pelo Ibama.	71

Fonte: Ibama

Os estados de São Paulo e Minas Gerais destacam-se como aqueles com maior número de criadores cadastrados no Sisfauna tanto em funcionamento quanto em outras fases de instalação (Figura 4.45), certamente, pela maior demanda de animais silvestres em tais regiões e a proximidade com o mercado consumidor.

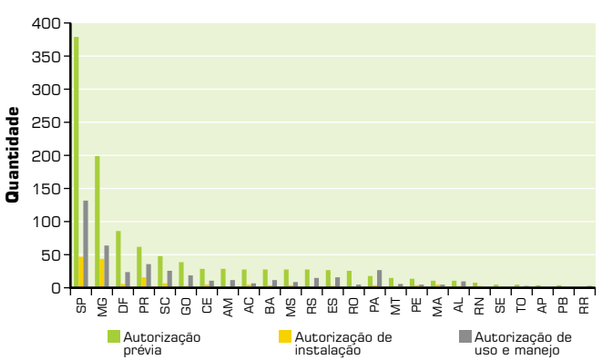


Figura 4.45 Quantidade de criadores registrados no Sisfauna (até 12/2011).

Fonte: Ibama.

Para o grupo dos Passeriformes, destacam-se instrumentos de regulação próprios como a Instrução Normativa Ibama nº 10/2011 e o Sistema de Cadastro de Criadores Amadoristas de Passeriformes (Sispass). Segundo a referida Instrução Normativa, são duas as categorias de criação de Passeriformes: a amadora e a comercial.

A Figura 4.46 demonstra o crescimento da quantidade de criadores amadoristas de passeriformes registrados no Ibama.

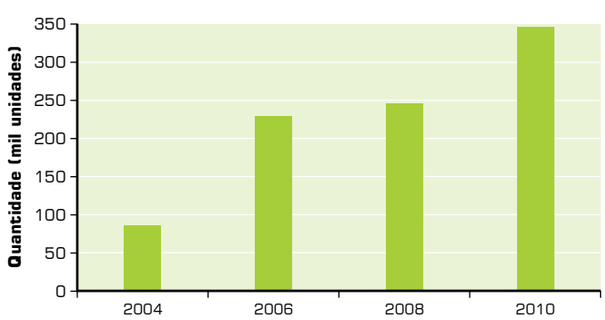


Figura 4.46 Quantidade de criadores amadoristas registrados no Sispass.

Fonte: Ibama.

A Tabela 4.34 apresenta as espécies de Passeriformes de maior interesse no Brasil: trinca-ferro (*Saltator similis*), curió (*Oryzoborus angolensis*) e papa-capim (*Sporophila caerulescens*) são as mais escolhidas pelos criadores, enquanto as que possuem maior número de espécimes registrados no Sispass são curió (*Oryzoborus angolensis*), trinca-ferro (*Saltator similis*) e o canário-da-terra (*Sicalis flaveola brasiliensis*), respectivamente.

Tabela 4.34 Espécies de maior interesse para a criação de Passeriformes no Brasil.

Classif.	Nome científico[1]	Nome popular	Total de criado-res	Total de espécimes
1º	*Saltator similis*	trinca-ferro-verdadeiro	133.699	528.621
2º	*Sporophila angolensis*	curió	89.083	535.195
3º	*Sporophila caerulescens*	coleirinho	86.666	279.888
4º	*Sicalis flaveola brasiliensis*	canário-da-terra-verd.	83.281	444.160
5º	*Cyanoloxia brissonii*	azulão	46.364	108.703
6º	*Sporagra magellanica*	pintassilgo	28.709	83.885
7º	*Turdus rufiventris*	sabiá-laranjeira	27.250	57.960
8º	*Saltator maximus*	tempera-viola	19.129	53.203
9º	*Sporophila maximiliani maximiliani*	bicudo	18.142	123.832
10º	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	16.466	32.677
11º	*Sporophila lineola*	bigodinho	13.868	25.317
12º	*Gnorimopsar chopi*	graúna	12.540	21.716
13º	*Cyanoloxia cyanoides*	azulão-da-amazônia	11.435	23.435
14º	*Paroaria coronata*	cardeal	11.310	33.110
15º	*Sporophila frontalis*	pixoxó	9.301	22.073
16º	*Sporophila nigricollis*	baiano	9.264	22.135
17º	*Molothrus oryzivorus*	iraúna-grande	8.878	18.858
18º	*Lanio cucullatus*	tico-tico-rei	6.922	13.635
19º	*Saltator fuliginosus*	pimentão	6.756	14.533
20º	*Paroaria dominicana*	cardeal-do-nordeste	6.123	11.675

Fonte: Ibama (11/2011)

[1] Nomenclatura das espécies atualizadas segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO).



Diogo Lagroteria

Apesar da gestão do uso da fauna ser de competência comum entre União, Estados, Municípios e o Distrito Federal (art. 23, VII da Constituição Federal), não havia lei complementar para a regulamentação das atribuições de cada ente da Federação. Assim, até o final de 2011, a gestão do uso da fauna no Brasil era de responsabilidade exclusiva do Ibama. Com a edição da Lei Complementar nº 140, em 8 de dezembro de 2011, parte das atribuições de gestão de fauna foi repassada para os órgãos estaduais de meio ambiente, destacando a aprovação de funcionamento de criadouros da fauna silvestre. Assim, cada UF normatiza o uso da fauna segundo as particularidades de cada região.

A regularização do uso da fauna tem como principal desafio a conciliação do uso econômico com a preservação das espécies e com a necessidade de regras claras e controle rigoroso, visando à não utilização de criadouros e zoológicos como pontos de recebimento de animais provenientes do tráfico.

Dessa forma, a implantação de um sistema informatizado de controle, com intercâmbio de informações entre as UFs, bem como a definição das categorias de criação a serem autorizadas são ferramentas fundamentais para que não haja desvio do objetivo inicial da criação em cativeiro, que é a conservação das espécies.

4.4 Políticas Públicas para a Biodiversidade

Do alimento que ingerimos até a qualidade do ar que respiramos, tudo que dependemos para suprir nossas necessidades básicas está relacionado, direta ou indiretamente, à biodiversidade ou aos serviços ambientais por ela prestados. Apesar dos diversos estudos já realizados para valorar os serviços ambientais (COSTANZA et al., 1997; FARBER et al., 2006), a relação da biodiversidade com o bem-estar e a qualidade de vida de todos ainda é pouco difundida. Poucas são as iniciativas concretas para incorporar a importância da conservação da biodiversidade em políticas ou práticas que permitam essa percepção no dia a dia das pessoas.

Um dos desafios atuais é promover a sensibilização do setor produtivo sobre a relevância da biodiversidade para a manutenção de suas atividades em longo prazo, que deve ser impulsionada por meio de políticas públicas como forma de enfrentar os problemas econômicos, sociais e ambientais.

4.4.1 Revisão e Atualização da Estratégia Brasileira da Biodiversidade

As Estratégias e Planos de Ação Nacionais de Biodiversidade (EPANBs) são os mais importantes instrumentos para verificar a implementação da CDB no País e sua construção é guiada pelas decisões tomadas nas Conferências das Partes (COP), em especial as que tratam do estabelecimento de metas globais de biodiversidade.

A 6ª COP, realizada em 2002, estabeleceu, como missão, que as Partes (os países-membros da CDB) deveriam se comprometer a implementar de forma mais efetiva e coerente os três objetivos da Convenção, como forma de alcançar em 2010 uma redução significativa das taxas de perda da biodiversidade em níveis global, regional e nacional. Posteriormente, em 2004, a 7ª COP aprovou uma estrutura de metas e indicadores globais para orientar e monitorar a implementação da Meta da CDB para 2010 (Decisão VII/30 Plano estratégico: avaliação futura de progresso). Essa decisão aprovou um conjunto de 21 metas globais. A Decisão VIII/15, adotada na 8ª COP, realizada em Curitiba, Paraná, em 2006, atualizou e complementou a estrutura de metas e indicadores.

No Brasil, as EPANBs são compostas por uma série de macrodocumentos e iniciativas desenvolvidas para a implementação da CDB. Uma delas refere-se às metas nacionais de biodiversidade para 2010, que foram elaboradas por um processo liderado pela Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio) e que teve a participação de especialistas da academia e da sociedade civil, além de técnicos do MMA e suas vinculadas. Esse exercício resultou em um conjunto de 51 metas nacionais que abordavam inteiramente as metas globais que foram aprovadas pela Resolução Conabio nº 3 em dezembro de 2006. Outro documento foi o Plano de Ação Nacional (PAN-Bio) que listou e classificou as ações prioritárias para a implementação dos princípios e diretrizes da Política Nacional de Biodiversidade.

A 10ª COP da CDB, realizada em outubro de 2010 em Nagoya, no Japão, aprovou o Plano Estratégico para o período 2011 a 2020 (Decisão X/2), que assim como o Panorama Global sobre Biodiversidade 3, elaborado pelo Secretariado da CDB, reconhece que as metas propostas para 2010 não foram globalmente alcançadas. A perda de biodiversidade continua acentuada, visto que as agressões sobre os ecossistemas se mantêm inalterados ou aumentam de intensidade.

Nesse contexto, o plano estratégico aprovado para o período 2011-2020 representa o principal marco a ser alcançado e compreende um conjunto equilibrado de 20 metas principais, organizadas em cinco objetivos estratégicos que abordam temas tipicamente da área ambiental como, por exemplo, a criação de áreas protegidas (Meta 11), mas também apresenta questões que devem ser consideradas pelos setores financeiros como as metas 3 e 4, que tratam da incorporação dos valores da biodiversidade nas contas nacionais, e do estímulo a incentivos positivos para atividades sustentáveis. Os objetivos e metas constituem aspirações a serem realizadas no contexto global e um marco flexível para o estabelecimento de metas nacionais ou regionais.

Essa iniciativa, que tem por objetivo construir as metas nacionais de biodiversidade relacionadas ao Plano Estratégico da CDB para 2020, conta com amplo engajamento e mobilização da sociedade brasileira. Trata-se da premissa estabelecida no próprio Plano Estratégico da CDB que estabelece que a situação de perda de biodiversidade somente pode ser revertida se todos os setores da sociedade forem mobilizados. Para a concretização dessa premissa, o comitê estruturador da iniciativa contempla, além do MMA, a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Movimento Empresarial pela Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade (MEB), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), o Fundo Brasileiro para Biodiversidade (Funbio), a Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (Abema), a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), o Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), a Cooperativa de Mulheres Extrativistas do Marajó (Cemem), o Instituto Indígena Brasileiro para Propriedade Intelectual (Inbrapi), o Comitê Intertribal, a Articulação Pacari de Plantas Medicinais, a Via Campesina, os Pontos de Cultura, a WWF-Brasil e o Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ).

Nesse processo, representantes de todos os setores da sociedade brasileira estão sendo convidados a se manifestar sobre as metas específicas para o País, além de propor metas factíveis e alcançáveis no contexto nacional e ponderar sobre as metas que estão aquém ou que não se aplicam à realidade brasileira. Esse exercício deve resultar na regulamentação do plano estratégico e fornecer elementos para a elaboração de um marco legal que vise à internalização do plano estratégico da CDB para o período 2011-2020.

O processo apresentado para a elaboração da nova estratégia de biodiversidade busca o engajamento dos setores desde a primeira etapa, em prol da conservação e utilização sustentável dos recursos naturais. Uma vez participando do processo de construção e aprovação das metas, o setor se torna um parceiro e se compromete em cumprir os objetivos estabelecidos.

4.4.2 Aumento da Repartição dos Benefícios da Biodiversidade pelo seu Uso

A repartição justa e equitativa dos benefícios oriundos do uso dos recursos genéticos é um dos três principais objetivos que se encontram no texto da CDB, o que traduz a preocupação tanto com a conservação da diversidade biológica quanto com seu uso sustentável, assim como de seus componentes. A partir da Convenção, legislações nacionais foram implementadas em vários países do mundo, com o objetivo de supervisionar o acesso realizado para fins de pesquisa científica e para o desenvolvimento de produtos comerciais.



Jailton Dias

O princípio da repartição justa e equitativa do uso dos recursos genéticos, mesmo garantido e contemplado pela legislação nacional, não se traduziu em volume relevante de recursos financeiros transferidos para particulares proprietários da área onde se fez o acesso ou para comunidades tradicionais, povos indígenas e quilombolas.

O Brasil, por exemplo, pode vir a se desenvolver economicamente com essa riqueza, desde que supere o desafio de compatibilizar o estímulo à pesquisa e à inovação tecnológica, ao desenvolvimento de produtos e processos, com a conservação e uso sustentável de sua biodiversidade. Os potenciais econômicos advindos do uso dos recursos genéticos a serem concretizados pela bioprospecção elevam a novos patamares o conhecimento tradicional e os direitos dos povos indígenas no cenário resultante da aprovação do Protocolo de Nagoya. Esse cenário cria expectativas de uma nova "bioeconomia" e direitos de propriedade intelectual, com dividendos sociais e ambientais resultantes da repartição de benefícios advindos da exploração comercial dos recursos genéticos.

Várias empresas e institutos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil e no exterior exploram economicamente a biodiversidade brasileira, estando essa atividade sujeita à autorização do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), cuja Secretaria Executiva é exercida por órgão do MMA. O quadro fático atual – que coloca pesquisadores, empresas, grandes universidades e institutos de pesquisa brasileiros em posição de infração perante o Ibama, o órgão fiscalizador, dado o acesso não autorizado ao patrimônio genético – demonstra, no entanto, a necessidade de uma profunda modificação processual e institucional. Da mesma forma, o retorno pouco palpável de benefícios resultantes da utilização dos recursos genéticos demonstra urgência na modernização e no fortalecimento da gestão do patrimônio genético, bem como sua adequação normativa.

Atualmente, o processo de solicitação de acesso aos recursos genéticos brasileiros se faz por meio de longa e demorada tramitação, o que acarreta em perdas potenciais para todos os atores sociais envolvidos em seu uso e provimento.

Uma vez edificadas as instituições e o sistema de regulação do acesso ao patrimônio genético brasileiro, o próximo passo a ser dado é o de incentivar seu amplo uso, dentro das regras existentes, que contemplem também as diretrizes da CDB e seus desdobramentos, como o Protocolo de Nagoya. O uso sustentável e soberano do patrimônio genético brasileiro garante sua manutenção e sustentabilidade no longo prazo. O entendimento que se tem é que para promover a conservação dos recursos genéticos brasileiros, em todos os biomas, é necessário que seu uso envolva uma forte lógica de inovação tecnológica e de repartição de benefícios, que gere renda para todos os elos da cadeia (desde a coleta) e valorize os conhecimentos tradicionais associados.

4.4.3 Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade Brasileira

O fato de o Brasil ser um dos maiores detentores de biodiversidade do planeta coloca-o numa situação estratégica nos debates sobre o tema, ao mesmo tempo que cria um conjunto grande de desafios e responsabilidades. O País detém as difíceis tarefas de identificar, inventariar e estudar cientificamente essa diversidade biológica, junto com a elaboração e a implementação de mecanismos para sua gestão e uso sustentável. Ao se considerar a velocidade com que ocorrem as degradações ambientais, essas tarefas ganham caráter de urgência.

Ressalta-se que o Panorama da Biodiversidade Global 3 concluiu que o objetivo de redução da taxa de perda de biodiversidade não foi atingido em âmbito global e mostrou que nenhuma das 21 submetas globais foi completamente atingida, alcançando no máximo 50% de cumprimento dos objetivos em algumas submetas.

O Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica (BRASIL, 2011) apresenta que somente duas das 51 metas foram completamente atingidas (meta

1.1 – publicação de listas e catálogos das espécies brasileiras e meta 4.2 – redução de 25% do número de focos de calor em cada bioma). Alcançaram 75% de cumprimento: meta 3.11 – aumento nos investimentos em estudos e pesquisas para o uso sustentável da biodiversidade; meta 2.1 – conservação de pelo menos 30% do bioma Amazônia e 10% dos demais biomas; meta 3.12 – aumento no número de patentes geradas a partir de componentes da biodiversidade e; meta 4.1 – redução em 75% na taxa de desmatamento na Amazônia.

Observa-se, assim, que os esforços do Brasil para conservação obtiveram resultados bastante significativos, embora ainda seja necessário desenvolver um sistema de monitoramento mais abrangente que permita um acompanhamento mais preciso dos avanços e das análises quantitativas do alcance de todas as metas nacionais que foram estabelecidas para 2010.

De acordo com o Terceiro Panorama da Biodiversidade Global, o Brasil é responsável pela proteção de quase 75% de toda a área conservada em áreas protegidas estabelecidas no mundo desde 2003. Por sua vez, o monitoramento da cobertura vegetal dos biomas foi ampliado na Amazônia, desde 1988, e, na Mata Atlântica, a partir de 1985. Em 2002, o Brasil passou a monitorar a cobertura vegetal de todos os biomas, o que possibilita o aprimoramento contínuo das estratégias para combater o desmatamento ilegal.

REFERÊNCIAS

ACHARD, F.; EVA, H. D.; STIBIG, H-J.; MAYAUX, P.; GALLEGO, J.; RICHARDS, T.; MALINGREAU, J-P. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. **Science,** v. 297, p. 999-1002, 2002.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L.C. Threats for biodiversity in the floodplain of the upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 4, n. 3, p. 255-268, 2004.

_____. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, jul. 2005.

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; DITCHFIELD, A.; ZORTÉA, M.; MARINHO-FILHO, J.; COELHO, D.. **Plano de ação para a conservação do morceguinho-do-cerrado no Brasil (Lonchophylla dekeyseri). Projeto Probio/ FNMA. Brasília, p. 51. 20**06. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/pub/display_bibliografias.php?vld_Gerenciamento=1416&Destaque=7>

ALHO, C. J. R.; CAMARGO, G.; FISCHER, E. Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology,** v. 71, n. 1, (Suppl.), p. 297-310, 2011.

ALTMANN, A. **Pagamento por serviços ambientais:** aspectos jurídicos para a sua aplicação no Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/artigos/arq_12_51_43_26_10_10.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

AMARAL, A. C.; JABLONSKI, S. Conservação da Biodiversidade Marinha e Costeira no Brasil. **Megadiversidade,** v. 1, n. 1, 2005.

ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, p. 355-366, 1994.

ANTONGIOVANNI, M.; METZGER, J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation,** v. 122, p. 441-451, 2005.

ARAÚJO, M. Avaliação da biodiversidade em conservação. **Silva Lusitana,** v. 6, n. 1, p. 19-40, 1998.

AULER, A.; RUBBIOLI, E. L.; **BRANDI, R. As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Rona Editora, v. 1, 2001. 228 p.

ÁVILA, R. W.; PANSONATO, A.; STRÜSSMANN, C. A new species of the *Rhinella margaritifera* group (Anura: Bufonidae) from Brazilian Pantanal. **Zootaxa**, v. 2339, p. 57-68, 2010.

BAILLIE, J. E. M.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S. N. (Ed.). **2004 IUCN Red List of Threatened Species - a global species assessment**. Cambridge, UK: The IUCN Species Survival Commission, 2004.

BAYLEY, P. B. **Central Amazon fish populations**: biomass, productions and some dynamics characteristics. 1982. 330 p. Tese (Doutorado) – Dalhousie University, Halifax, 1982.

BERNAL, R. A elaboração do catálogo de plantas da Colômbia. In: SIMPÓSIO METAS DA CONVENÇÃO DA BIODIVERSIDADE PARA 2010: construindo a lista de espécies do Brasil; **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 60.**; Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana. Sociedade Botânica do Brasil, 2009.

BÉRNILS, R. S. **Brazilian reptiles – list of species**. Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2010. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acesso em: 19 set. 2011.

BIERREGAARD JUNIOR, R. O.; LOVEJOY, T. E. Effects of forest fragmentation on Amazonian bird communities. **Acta Amazonica**, v. 19, p. 215-241, 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Projeto Pantanal**. 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. **Instrução Normativa n. 3 de 27/mai/2003**. Brasília, 2003.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira.** Brasília-DF, 2006. Disponível em < http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Aval_Conhec_Vol1.pdf e http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Aval_Conhec_Vol2.pdf>.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=179&idConteudo=8122&idMenu=8631>. Acesso em: 19 set. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília: MMA, 2009a. (Série Biodiversidade, 33).

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado - PPCerrado**. Brasília: MMA, 2009b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinho no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.148 p

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília: MMA, 2011. 248 p. (Série Biodiversidade, 38).

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil**. (Série Biodiversidade). (No prelo).

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal – manual de identificação. Co**rumbá, MT: Embrapa, 1999. 184 p.

BROWN JUNIOR, K. S. Zoogeografia da região do Pantanal mato-grossense. In: EMBRAPA (Ed.). **Anais do primeiro simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá**. Brasília: Embrapa/DDT, 1986. p. 137-178. (Série Documentos, 5).

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. (Ed.). **Catálogo de peixes marinhos e de água doce do Brasil**. 2. ed. 2003. Disponível em: <http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo>.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O.; MEDEIROS, M. S.; LOIOLA, L. L.; ARANTES, R. C. M.; THIAGO, C. M.; BERMAN, E. Cnidaria: Corais. In: LAVRADO, H. P.; IGNÁCIO, B. L. (Org.). **Biodiversidade bêntica da costa central brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. p. 147-192. (Série Livros, 18).

CBD (Convention on Biological Diversity). 2004. Disponível em <http://www.cbd.int/programmes/cross-cutting/ecosystem/default.shtml>. Acesso em 24 out. 2011.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2010. Disponível em: <http://www.cites.org/>. Acesso em: 19 set. 2011.

COSTA, M. R. P.; ALCÂNTARA, E. H.; MOCHEL, F. R. Ocorrência de apicuns no interior dos manguezais em Cururupu e risco de uso para carcinicultura. **Revista Brasileira de Geografia,** 2007.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R. de; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. Van Den. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-259, 1997.

DIAS, B. F. S. **Impactos do fogo sobre a biodiversidade do cerrado**. Notas Técnicas da Disciplina Ecologia do Fogo. Brasília: UnB/Dep. Ecologia, 1998.

EITEN, G. Brazilian "Savannas". In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.)**. Ecology of tropical savannas**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; New York: Ecol. Studies 42, 1982. p. 27-47.

FARBER, S.; COSTANZA, R.; CHILDERS, D. L.; ERICKSON, J.; GROSS, K.; GROVE, M.; HOPKINSON, C. S.; KAHN, J.; PINCETL, S.; TROY, A.; WARREN, P.; WARREN, P.; WILSON, M. Linking ecology and economics for ecosystem management. **BioScience**, v. 56, n. 2, p. 121-133, 2006.

FERNANDES, F. M.; FONSECA, A. G.; KAECHELE, K.; GOULART, M. F.; MARINHO, W.; SOUZA, H. A. V.; QUEIROZ, A. R.; GIORNI, V.; OLIVEIRA, G.; RODRIGUES, M. J.; BACELAR, M.; LOVATO, M. B. **Tentando evitar mais uma extinção**: o caso do "Faveiro de Wilson" (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini). Belo Horizonte: Fundação Zoo-Botânica, 2007. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/zoobotanica>.

FERREIRA, R. L. Biologia subterrânea: conceitos gerais e aplicação na interpretação e análise de estudos de impacto ambiental. In: CECAV. **III Curso de espeleologia e licenciamento ambiental**. Brasília: Cecav/Instituto Chico Mendes, 2011. Cap. 4, p. 89-113.

FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. Cavernas em risco de "extinção". **Ciência Hoje**, v. 29, n. 173, 2001.

FERREIRA, R. L.; SILVA, M. S.; BERNARDI, L. F. O. Contexto Bioespeleológico. In: DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; GRECO, M. B. VIEIRA, F. **Biota Minas – diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais subsídio para o programa Biota Minas.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2009. p. 160-175.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; CARVALHO JUNIOR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; NIC LUGHADHA, E.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; NADRUZ COELHO, M. A.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. Síntese da diversidade brasileira. In: FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G. (Org.). **Catálago de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, 2010a.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO JUNIOR, A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B.; SOUZA, V. C. **Lista de espécies da flora do Brasil – Introdução.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010b.

FRAGA, C. N.; SMIDT, E. C. (Coord.). **Projeto CORES (Conservação das Orquídeas em Risco de Extinção)**. 2009.

FREIWALD, A.; FOSSÅ, J. H.; GREHAN, A.; KOSLOW, T.; ROBERTS, J. M. **Cold-water coral reefs**. Cambridge: Unep/WCMC, 2004. 84 p.

FRIZZO, T. L. M.; BONIZÁRIO, C.; BORGES, M. P.; VASCONCELOS, H. L. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 15, p. 365-379, 2011.

FUNK, W. C.; MILLS, L. S. Potential causes of population declines in forest fragments in an Amazonian frog. **Biological Conservation**, v. 111, p. 205-214, 2003.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; SODHI, N. S.; PERES, C. A. A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Biological Conservation**, v. 143, p. 2293-2300, 2010.

GIAM, X.; BRADSHAW, C. J. A.; TAN, H. T. W.; SODHI, N. S. Future Habitat Loss and the Conservation of Plants Biodiversity. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1594-1602, 2010.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; Van Den BERG, C. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 52-61, 2005.

GOPAL, B.; JUNK, W. J. Biodiversity in wetlands: an introduction. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. (Ed.). **Biodiversity in wetlands**: assessment, function and conservation, 1 volume. Leiden: Backhuys Publishers b.V., 2000. p. 1-10.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. **Rio Negro, rich life in poor water**. Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing, 1988. 200 p.

GURGEL, H. C.; HARGRAVE, J.; FRANÇA, F.; HOLMES, R. M.; RICARTE, F. M.; DIAS, B. F. S.; RODRIGUES, C, G. O.; BRITO, M. C. W. de. Unidades de conservação e o falso dilema entre conservação e desenvolvimento. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental IPEA**, n. 3, p. 109-119. 2009. Disponível em: <http://agencia.ipea.gov.br/images/stories/PDFs/100406_boletimregio3.pdf>.

HUSEBO, Å.; NØTTESTAD, L.; FOSSÅ, J. H.; FUREVICK, D. M.; JØRGENSEN, S. B. Distribution and abundance of fish in deep-sea coral habitats. **Hydrobiologia**, v. 471, p. 91-99, 2002.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Mapa de biomas e vegetação**. 2004.

ICMS-E. **Histórico do ICMS-E no Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.icmsecologico.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=82>. Acesso em: 22 dez. 2011.

INSTITUTO CHICO MENDES (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Relatório sobre o risco de acidentes em grutas da região da APA Carste de Lagoa Santa/MG**. Brasília: Cecav/ICMBio, 2007. p. 31.

_____. **Relatório de gestão 2010**. Brasília: Instituto Chico Mendes, 2010. 80 p.

IUCN (World Conservation Union). **IUCN Red list categories, IUCN Species Survival Commission.** The World Conservation Union, 1994.

_____. **IUCN Red list categories and criteria**: version 3.1. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, 2001.

_____. **Strategic planning for species conservation**: a Handbook. Version 1.0. Gland, Suíça: IUCN Species Survival Commission, 2008. 104 p.

_____. **IUCN Red list of threatened species**: version 1. 2011. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 19 set. 2011.

JANIN, A.; LÉNA, J-P.; JOLY, P. Beyond occurrence: Body condition and stress hormone as integrative indicators of habitat availability and fragmentation in the common toad. **Biological Conservation**, v. 144, p. 1008-1016, 2011.

JENKINS, C. N.; JOPPA, L. Expansion of the Global Terrestrial Protected Area System. **Biological Conservation**, v. 142, p. 2166-2174, 2009.

JUNK, W. J.; NUNES-DA-CUNHA, C.; WANTZEN, K. M.; PETERMANN, P.; STRÜSSMANN, C.; MARQUES, M. I.; ADIS, J. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Aquatic Sciences**, v. 68, p. 278-309, 2006.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: species diversity and adapations to the flood pulse. **Amazoniana**, v. 12, p. 467-484, 1993.

KATTAN, G. H.; ALVAREZ-LÓPEZ, H.; GIRALDO, M. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. **Conservation Biology**, v. 8, p. 138-146, 1994.

KLEIN, B. C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. **Ecology**, v. 70, p. 1715-1725, 1998.

LABOREL, J. Madréporaires et Hydrocoralliaires Récifaux dês Cotes Brésiliennes: systématique, écologie, répartition verticale et géographique. **Annals Inst. Océanogr**, Paris, v. 47, p. 171-229, 1969.

LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; FEARNSIDE, P. M.; VASCONCELOS, H. L.; FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. **Science**, v. 304, p. 1109a, 2004.

LEÃO, Z. The coral reefs of Southern Bahia. In: HETZEL, B.; CASTRO, C. B. **Corals of Southern Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p. 151-159. 189 p.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, v. 1, v. 1, p. 36-42, 2005.

_____. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. In: LEWINSOHN, T. M. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA, 2006. v. 1, cap. 1. 520 p.

LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; SITCH, S.; MITCHARD, E. T. A.; LAURANCE, W. F. Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 40, p. 529-549, 2009.

LINO, C. F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo.** São Paulo: Gaia, 2001. 288 p.

LOUREIRO, W. **Contribuição do ICMS Ecológico à conservação da biodiversidade no estado do Paraná**. 2002. 189 f. Tese (Doutorado) – Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2002.

LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O.; RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J. R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN JUNIOR, K. S. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOUL, M. E.; (Ed.). **Conservation biology**: the science of scarcity and diversity. Sunderland: Ginauer Associates Inc. Publishers. 1986. p. 257-285.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PÁGLIA, A. P. (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1. ed. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, v. 2, 2008. 1420 p.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M.(Ed.). **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção**: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. 1. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 160 p.

MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; CASTRO, A. A. J. F.; NOGUEIRA, C. C.; RAMOS-NETO, M. B. **Caracterização da fauna e flora do Cerrado**. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 285-300.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: an overview. In: **Proceedings of the 8th International. Coral Reef Symposium**, v. 1, p. 263-74, 1997.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira.** Brasília: Banco Mundial, 2003. p. 80.

MARQUES, M. I.; ADIS, J.; NUNES da CUNHA, C.; SANTOS, G. B. dos. Arthropod diversity in the canopy of *Vochysia divergens* (Vochysiaceae), a forest dominant in the Brazilian Pantanal. **Stud. Neotrop. Fauna & Environm**, v. 36, p. 205-210, 2001.

MARTINELLI, G.; RITCHER, M.; VARTY, N.; JENKINS, P. **Conservação e manejo de pau-brasil Caesalpinia echinata:** Plano de ação. [s/L.]. 1997. 36 p.

MEDEIROS, M. B. de E FIEDLER, N.C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a Conservação da Biodiversidade. **Ciência Florestal,** v. 14, n. 2, 2004.

METZGER, J-P. O Código Florestal tem base científica?. **Natureza & Conservação**, p. 92-99, jul. 2010

MICHALSKI, F.; PERES, C. A. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. **Biological Conservation**, v. 124, p. 383-396, 2005.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. World Resources Institute, Washington, DC, 2005.

MITTERMEIER, R.A.; Robles-Gil, P.; Mittermeier, C. **Megadiversity.** Earth's Biological Wealthiest Nations. Mexico City: CEMEX/ Agrupación Sierra Madre,1997.

MOCHEL, F. R. **Anais do ECOLAB**. 2000.

_____. **Boletim do Labohidro**. 2009.

MORAES, M. D. **Conservação e Manejo de Worsleya raynery (Amaryllidaceae)** - uma espécie de campos de altitude ameaçada de extinção. 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Botânica Tropical, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2000. [doi:10.1038/35002501]

NASCIMENTO, J. L.; CAMPOS, I. B. (Org.). **Atlas da fauna brasileira ameaçada de extinção em unidades de conservação federais**. Brasília: Instituto Chico Mendes, 2011. 276 p.

NOVAES, R. L. M.; MELLO, F. A. P.; FELIX, S.; SILVARES, R.; SANT'ANNA, C.; FAÇANHA, A. C. S.; CARDOSO, T. S.; LOURO, M. A. S.; SOUZA, R. F.; AGUIAR, M. V. P.; SIQUEIRA, A. C.; ESBÉRARD, C. E. L. 2010. Lonchophylla bokermanni na Floresta Atlântica: distribuição, conservação e nova localidade de ocorrência para uma espécie ameaçada de extinção. **Chiroptera Neotropical.** v. 16, n. 2, p. 711-714. ISSN: 1413-4403. Disponível em: <http://www.chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/21>. Acesso em: 4 nov. 2011.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil – 2ª versão atualizada = Annotated Checklist of Brazilian Mammals – 2nd version revised. **Ocasional Papers in Conservation Biology = Conservation International.** 2010. No prelo.

PERES, M. B.; VERCILLO, U. E.; DIAS, B. F. S. Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer? **Biodiversidade Brasileira,** v. 1, n. 1, p. 45-48, 2011.

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à espeleologia. In: CECAV. **III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: Cecav/Instituto Chico Mendes, 2011. Cap. 1, p. 7-23.

PINTO-SILVA, V.; MORINI, A. A. **(Manuscrito não publicado).**

POTT, A.; POTT, V. J. Flora do Pantanal - Listagem atual de Fanerógamas. In: EMBRAPA (Ed.). **Anais II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal:** manejo e conservação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1996. p. 297-325.

POTT, V. J.; POTT, A. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 11, p. 215-227, 1997.

_____. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa. 2000. 353 p.

PRADA, M.; MARINHO-FILHO, J. Effects of fire on the abundance of Xenarthrans in Mato Grosso, Brazil. **Austral Ecology**, v. 29, p. 568-573, 2004.

PRATES, A. P. L. (Ed.). **Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação brasileiras**. 2. ed. Brasília: MMA, 2006. 232 p.

PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Curitiba: Ed. Planta, 2001. 328 p.

QUEIROZ, H. L.; PERALTA, N. **Protected areas in the amazonian várzea and their role in its conservation: the case of Mamirauá Sustainable Development Reserve (MSDR).** In: WOLFGANG, J.; JUNK, M.; PIEDADE, T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. (Org.). London; New York: Springer, 2011, v. 210, p. 465-483.

RAIMONDO, D.; von STADEN, L.; FODEN, J. E.; HELME, N. A.; TURNER, R. C.; KAMUNDI, D. A.; MANYAMA, P. A. **Red List of South African plants.** Pretoria: Strelitzia 25, South African National Biodiversity Institute, 2009.

REAKA-KUDLA, M. L. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. In: REAKA-KUDLA, M. L.; WILSON, E. D.; WILSON, E. O. (Ed.). **Biodiversity II**: understanding and protecting our biological resources. Washington, DC: J. H. Press, 1997. p. 83-108. 549 p.

ROBERTSON, B.; HARDY, E. R. Zooplankton of Amazonian lakes and rivers. In: SIOLI, H. **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. [s.l.]: The Hague, Dr. W. Junk. 1984. p. 337-352.

ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R. & RIETZLER, A. C. **Espécies invasoras em águas doces - estudos de caso e propostas de manejo**. Editora Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

RODRIGUES, F. H. G.; MÉDRI, I. M.; TOMAS, W. M.; MOURÃO, G. M. Revisão do conhecimento sobre ocorrência e distribuição de

mamíferos do Pantanal. **Documentos da Embrapa Pantanal,** n. 38, p. 1-41, 2002.

RODRIGUES, M. S. I. **Biomassa e produção fitoplanctônica do lago Camaleão (Ilha da Marchantaria, Amazonas).** 1994. 194 p. Tese (Doutorado) – Inpa/UAM, Manaus,1994.

ROSSI-WONTCHOWSKI, C. L.; VALENTIN, J. L.; JABLONSKI, S.; AMARAL, A. C. Z.; HAZIN, F. H. V.; EL-ROBRINI, M. O ambiente marinho In: PROGRAMA REVIZEE. **Relatório Executivo - avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica do Brasil**. Brasília: MMA, 2006.

SAMBUICHI, R. H. R. **Efeitos de longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociologia da camada lenhosa de um Cerrado em Brasília, DF**. Brasília: UnB, 1991. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, 1991.

SANTOS, G. M.; JÉGU, M.; de MERONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do Baixo Rio Tocantins**. Brasília: Eletronorte, CNPq e Inpa, 1984. 83 p.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32, 1991.

SBH (Sociedade Brasileira de Herpetologia). **Brazilian amphibians – List of species**. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2010. Acesso em: 19 set. 2011.

SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência). **O Código Florestal e a ciência**: contribuições para o Diálogo. São Paulo: SBPC/Academia Brasileira de Ciências, 2011. 124 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Situação atual do grupo de ecossistemas**: "Manguezal, Marisma e Apicum" incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e uso sustentável. Brasília: MMA/Probio, 2002.

SCHALLER, G. B. Mammals and their biomass on a Brazilian ranch. **Arquivos de Zoologia**, (São Paulo) V. 31, p. 1-36, 1983.

SCROCCHI, G.; FERREIRA, V. L.; GIRAUDO, A.; ÁVILA, R. W; MOTTE, M. New species genus *Hydrops* (Serpentes, Colubridae, Hydropsini) of the Argentina, Brazil and Paraguay. **Herpetologica** (Austin), Emporia, v. 61, n. 4, p. 468-477, 2005.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Panorama da biodiversidade global 3**. Brasília: MMA/SBF, 2010. 94 p.

SEGALLA, M. (Org.). **Brazilian amphibians:** list of species. Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2010. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acesso em: 4 nov. 2011.

SHEPHERD, G. J. Plantas terrestres. In: LEWINSOHN, T. M. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**, n. 2, p. 145-192, 2005. (Série Biodiversidade 15).

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade,** v. 1, n. 1, p. 79-86, 2005.

SILVE, E. M.; POMPEU, P. S. Análise crítica dos estudos de ictiofauna para o licenciamento de 40 PCH no Estado de Minas Gerais. **Revista PCH Notícias & SHP NEWS**, n. 37. 2011. Disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/arquivos/artigos/93d3a0cf0697dccba50ed88743d83aee.pdf>. Acesso em: 22/12/2011.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais – controle, efeitos e uso do fogo. Cu**ritiba: Fupef, 2007. 264 p.

SOBRAL, M.; STEHMANN, J. R. An Analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990 – 2006). **Taxon**, v. 58, n, 1, p. 227-232, 2009.

SPAROVEK, G.; BERNDS, G.; KLUNG I. L. F.; BARRETO, A. G. O. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology,** v. 44, n. 16, p. 6046-6053, 2010.

STRÜSSMANN, C.; PRADO, C. P. A.; FERREIRA, V. L.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A. Diversity, ecology, management and conservation of amphibians and reptiles of the Brazilian Pantanal: a review. In: JUNK, W. J.; Da SILVA, C. J.; NUNES da CUNHA, C.; WANTZEN, K. M. (Org.). **The pantanal**: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Sofia: Pensoft, 2011. p. 495-519.

STRÜSSMANN, C.; RIBEIRO, R. A. K.; FERREIRA, V. L.; BEDA, A. F. Herpetofauna do pantanal brasileiro. In: NASCIMENTO, L.; OLIVEIRA, M. E. (Org.). **Herpetologia no Brasil II**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2007. p. 66-84.

TUBELIS, D. P.; TOMÁS, W. M. **Revisão e atualização da listagem das aves registradas na planície do pantanal.** Corumbá: Embrapa, 2001. CD-ROM: Anais do III SIMPAN.

UHERKOVICH, G.; SCHMIDT, G. W. Phytoplanktontaxa in dem zentralamazonischen Schwemmlandsee Lago do Castanho. **Amazoniana**, v. 5, p. 243-283, 1974.

VAN DIJK, P. P.; IVERSON, J. B.; SHAFFER, H. B.; BOUR, R.; RHODIN, A. G. J. Turtles of the world, 2011 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. In: RHODIN, A. G. J.; PRITCHARD, P. C. H.; VAN DIJK, P. P.; SAUMURE, R. A.; BUHLMANN, K. A.; IVERSON, J. B.; MITTERMEIER, R. A. (Ed.). **Conservation biology of freshwater turtles and tortoises**: a compilation project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs n. 5, pp. 000.165–000.242. 2011.

VESTENA, L. R.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, L. J. C. Considerações sobre gestão ambiental em áreas cársticas. **RA'E GA – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 6, 2002. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/18518>. Acesso em: 2 dezembro 2011.

VIANA, V. M. Bolsa floresta: um instrumento inovador para a promoção da saúde em comunidades tradicionais na Amazônia. **Estudos Avançados online**, v. 22, n. 64, p. 143-153, 2008.

VIEIRA, E. M.; MARINHO-FILHO, J. S. Pre- and post-fire habitat utilization by rodents of Cerrado from Central Brazil. **Biotropic**. v. 30, p. 491-496, 1998.

Von STADEN, L.; RAIMONDO, D.; FODEN, W. Introduction. In: RAIMONDO, D.; Von STADEN, L.; FODEN, W.; VICTOR, J. E.; HELME, N. A.; TURNER, R. C.; KAMUNDI, D. A.; MANYAMA, P. A. (Ed.). Red List of South African plants 2009. **Strelitzia**, v. 25, p. 1-5, 2009.

WIENS, J. A. Habitat fragmentation: island v. landscape perspectives on bird conservation. **Ibis,** v. 137, p. 97-104, 1994.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). **Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference**. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. 2.142 p. Disponível em: <http://www.press.jhu.edu>. Acesso em: 22 jan. 2012.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 447 p.

WINEMILLER, K. O.; AGOSTINHO, A. A.; CARAMASCHI, E. P. Fishes. In: DUDGEON, D.; CRESSA, C. (Ed.). **Tropical stream ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 2005.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon basin. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 1334-1347, 2006.

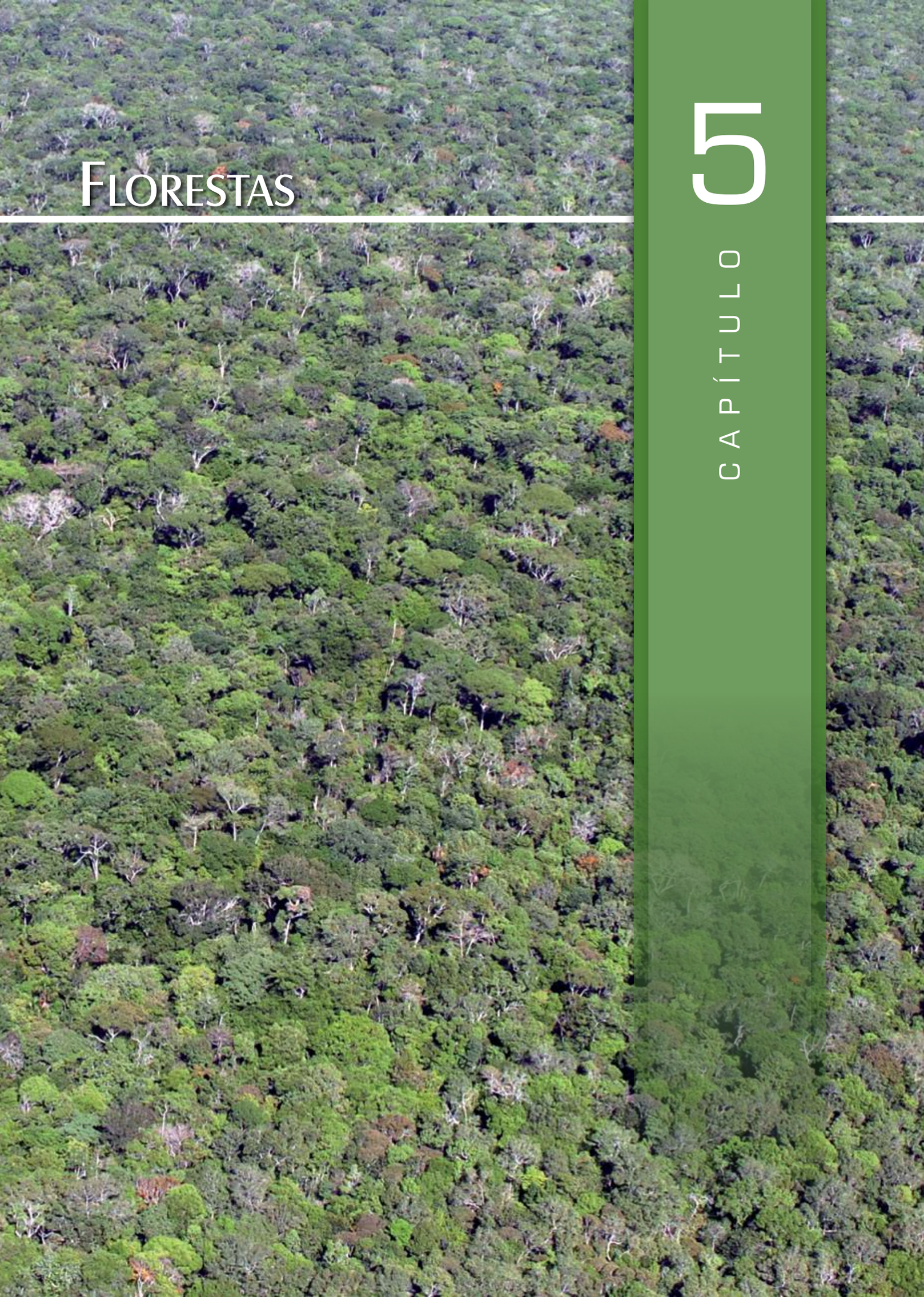
WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. **Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of Amazonian floodplain forests. In: Amazonian Floodplain Forests**: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management. Springer, Dordrech, 2010. p. 61-102. (Ecological Studies, 210).



Jefferson Rudy

Florestas

CAPÍTULO 5



Equipe Técnica

Coordenação
Cláudia Rosa – SFB
Joberto Freitas – SFB

Redação
Alexandre Santos Avelino – Ibama
Cláudia Rosa – SFB
Daniel Moraes de Freitas – Ibama
Felipe Bento Guimarães – Ibama
Fernando Tatagiba – MMA
Flávia Regina Domingos – Ibama
James Jackson Griffith – UFV
Ralph Trancoso – MMA
Rodrigo Antônio de Souza – Ibama
Sidney Carlos Sabbag – Ibama
Yalmo Correia Júnior – Ibama

Colaboração
Alexandre Santos Avelino – Ibama
Ana Cristyna Reis Lacerda – SFB
Carlos Eduardo Santiago Bedê – Ibama
Christian N. Berlinck – Instituto Chico Mendes
Christovam Barcellos – Fiocruz
Flávia Saltini Leite – Ibama
Hermano Castro – Fiocruz
Karen Gonçalves – Fiocruz
Lara Steil – Ibama
Lúcia Maria Alcântara de Medeiros - Ibama
Mariana Senra de Oliveira – Ibama
Monique Pinheiro Santos – SFB
Paulo Barrocas – Fiocruz
Paulo Eduardo Artaxo Netto – USP
Rébla Gonçalves Vasconcelos – SFB
Sandra de Souza Hacon – Fiocruz

Conteúdo

As Florestas no Mundo
- Cobertura Florestal Brasileira
- Estoque de Biomassa e Carbono nas Florestas
- Propriedade das Florestas

Manejo e Uso dos Recursos Florestais
- Manejo Florestal Sustentável
- Certificação Florestal

Destinação das Florestas do Brasil

Qualidade da Produção Florestal
- Produtos Florestais Madeireiros
- Produtos Florestais Não Madeireiros

Pagamento por Serviços Ambientais

Desmatamento e Degradação das Florestas
- Desmatamento nos Biomas Brasileiros
- Políticas Públicas para o Combate ao Desmatamento
- Queimadas e Incêndios Florestais

Recuperação da Cobertura Florestal
- Recuperação das Áreas Degradadas
- Regularização Ambiental de Propriedades Rurais

Reposição Florestal

5 Florestas

A conservação das florestas é fundamental para a manutenção e preservação dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos. Entretanto, a pressão humana sobre as florestas e sobre os recursos florestais tem sido constante, comandada, principalmente, pelo desenvolvimento econômico.

Ao mesmo tempo, o Brasil tem se empenhado na busca de mecanismos que levem ao aproveitamento racional dos recursos florestais, sobretudo com a elaboração e estabelecimento de políticas públicas nacionais e regionais.

O Brasil tem grande importância mundial na conservação das florestas, pois possui a segunda maior área de cobertura florestal, distribuída em seis biomas – Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal, e é o país que possui mais florestas tropicais no planeta. A grande diversidade de ecossistemas reflete em alta complexidade ecológica, de grande riqueza genética e de elevada diversidade biológica.

Somente nas últimas décadas é que as influências das florestas sobre o clima, as águas, o solo e, especialmente, a saúde humana, ganharam importância significativa para a manutenção dos ecossistemas, melhoria da qualidade de vida e construção de um ambiente ecologicamente equilibrado.

O patrimônio natural que as florestas integram, do ponto de vista social, econômico e ambiental, tem sofrido constantes pressões e ameaças que conduzem, progressivamente, à sua degradação, interferindo, principalmente, nas mudanças climáticas, poluição atmosférica e nos recursos hídricos.

5.1 As Florestas no Mundo

As florestas cobrem 31% das áreas terrestres do planeta. A área total ocupada no mundo está em torno de quatro bilhões de hectares (Figura 5.1). Os cinco países com maior área de cobertura florestal, em ordem decrescente, são: Federação Russa, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China, que correspondem a mais da metade da área total existente (Tabela 5.1) (FAO, 2010).

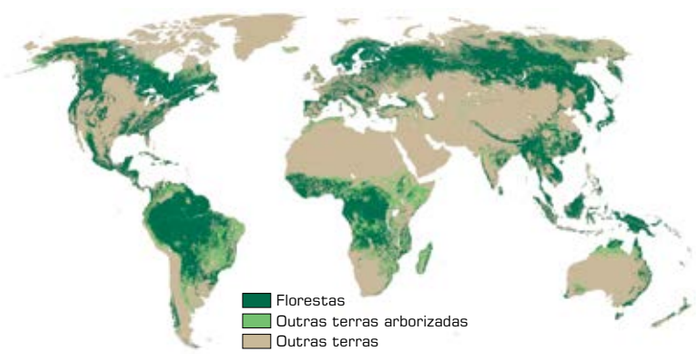


Figura 5.1 Distribuição das florestas no mundo.
Fonte: FAO (2010)

Tabela 5.1 Comparativo mundial da área florestal (2010).

País	Área florestal (em 1.000 ha)
1 Rússia	809.090
2 Brasil	476.652
3 Canadá	310.134
4 Estados Unidos	304.022
5 China	206.861
6 Congo	154.135
7 Austrália	149.300
8 Indonésia	94.432
9 Sudão	69.949
10 Índia	68.434
11 Peru	67.992

Fonte: FAO (2010) atualizado por SFB

Na Figura 5.2 observa-se o quanto significativas são as florestas do Brasil, comparativamente às florestas de todos os continentes. Elas representam, aproximadamente, 55% das florestas da América do Sul e 71% das florestas da África.

As florestas tropicais existem em 65 países, sendo que em três deles – Brasil, República Democrática do Congo e Indonésia – estão localizadas 46% dessas florestas e o Brasil, sozinho, possui 30% (Figura 5.3).

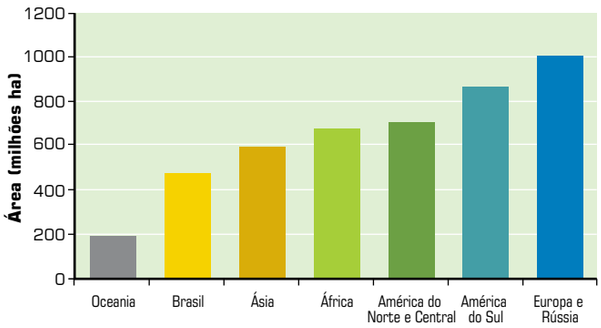


Figura 5.2 Cobertura florestal no mundo e no Brasil.
Fonte: FAO (2010)

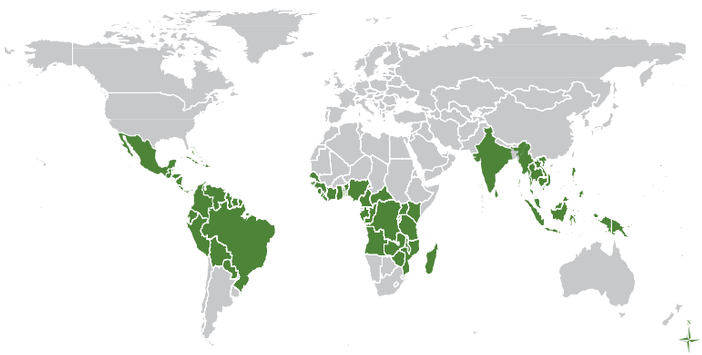


Figura 5.3 Países com floresta tropical (em verde).
Fonte: ITTO (2011)

5.1.1 Cobertura Florestal Brasileira

Para os cálculos da cobertura florestal, consideraram-se as tipologias de vegetação lenhosa que mais se aproximam da definição de floresta da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Elas são representadas pelas seguintes categorias de vegetação, segundo o sistema de classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1992: floresta ombrófila, floresta estacional, campinarana (florestada e arborizada), savana (florestada e arborizada), savana estépica (florestada e arborizada), estepe (arborizada), vegetação com influência marinha, fluviomarinha (arbóreas), vegetação remanescente em contatos com pelo menos uma formação florestal, vegetação secundária em áreas florestais e reflorestamento.

Estima-se em 469,7 milhões de hectares a área ocupada por florestas no Brasil em 2010 (56% do seu território), incluindo as naturais tropicais e não tropicais, bem como as plantadas.

As naturais representam mais do que 98% da área total das florestas e as plantadas ocupam somente 1,5% dessa área (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 Área de florestas no Brasil (2010).

Tipo	Área total (1000 ha)	% do total	% Área do Brasil
Florestas Naturais	469.679	98,5	55,2
Florestas Plantadas	6.973	1,5	0,8
Total	476.652	100	56

Nota: A partir do mapeamento da vegetação brasileira realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007), fundamentado em imagens de satélite do ano de 2002, estimou-se a área de florestas naturais do Brasil para o ano de 2010, com base nas taxas de desmatamento observadas para cada bioma. Essa estimativa está sujeita a variações pelo fato de não existirem taxas anuais de desmatamento para todos os biomas, utilizando-se médias de desmatamento extrapoladas para todos os anos.

As florestas naturais são distribuídas nos cinco biomas, sendo que a Amazônia, o Cerrado e a Caatinga representam mais de 90% do total. A Amazônia possui 69,6% delas (Figura 5.4).

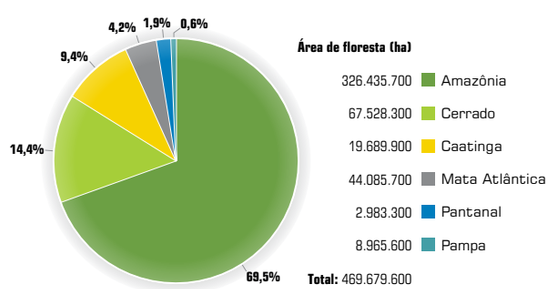


Figura 5.4 Porcentagem de cobertura florestal natural por bioma.
Fonte: SFB (2010)

A área de florestas plantadas totalizou 6.973.083 ha em 2010, representando aumento de 3,2% em relação a 2009. No período 2005-2010, houve crescimento acumulado de 23%, ou seja, 3,5% ao ano (ABRAF, 2011). A área plantada com as espécies *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. totalizou 6.510.693 ha em 2010, sendo 68% correspondente à área de plantio de *Eucalyptus* spp. e 25% de *Pinus* spp. Somente 6,6% dessas áreas de florestas são plantadas com outras espécies, isto é, 462.390 ha. Destes, 3,7% são plantadas com espécies nativas (seringueira, paricá e araucária), totalizando área de apenas 256.160 ha (Tabela 5.3) (ABRAF, 2011).

Tabela 5.3 Composição das florestas plantadas no Brasil em 2010.

	Espécie	Nome científico	Área (em ha)	%
Exóticas	Eucalipto	*Eucalyptus* spp.	4.754.334	68,18
	Pinus	*Pinus* spp.	1.756.359	25,19
	Acácia	*Acacia mearnsii / Acacia mangium*	127.601	1,83
	Teca	*Tectona grandis*	65.440	0,94
	Populus	*Populus* spp.	4.220	0,06
Nativas	Seringueira	*Hevea brasiliensis*	159.500	2,29
	Paricá	*Schizolobium amazonicum*	85.470	1,23
	Araucária	*Araucaria angustifolia*	11.190	0,16
	Outras		8.969	0,13
Total			**6.973.083**	**100**

Fonte: ABRAF (2011)

5.1.2 Estoque de Biomassa e Carbono nas Florestas

A biomassa florestal é um parâmetro importante para compreender a produção primária de um ecossistema e avaliar o potencial de uma floresta para a produção de energia. Considerando que aproximadamente 50% da madeira seca é carbono, a biomassa constitui elemento essencial no entendimento dos processos envolvidos nas mudanças climáticas globais. A Tabela 5.4 apresenta as estimativas de madeira e biomassa viva das florestas, por bioma, em 2010.

Igualmente, quantificar o papel das florestas como depósitos de carbono, fontes de emissões desse elemento e como seu sumidouro é um fator-chave para entender o ciclo global do carbono. Um total de 180 países e áreas, representando 94% das florestas do mundo, reportou sobre o estoque de carbono em biomassa em 2010, que foi estimado em 289 bilhões de toneladas (FAO, 2010). O Brasil armazena, em suas florestas, aproximadamente 62,6 bilhões de toneladas de carbono na biomassa viva, o equivalente a 20% do carbono estocado no mundo (ADEODATO et al., 2011).

Tabela 5.4 Estimativa de volume de madeira, biomassa viva e carbono na biomassa viva nas florestas, por bioma, para o ano de 2010.

Bioma	Volume de madeira total		Biomassa viva acima do solo		Biomassa viva abaixo do solo		Total de Carbono na biomassa viva
	Em milhões m³	%	Em milhões de toneladas	%	Em milhões de toneladas	%	Em milhões de toneladas
Amazônia	106.929	84,7	92.141	84,7	13.358	66,1	50.721
Caatinga	2.409	1,9	3.068	2,8	829	4,1	1.754
Pantanal	852	0,7	585	0,5	676	3,3	630
Cerrado	7.911	6,3	4.793	4,4	3.883	19,2	4.338
Mata Atlântica	7.228	5,7	7.302	6,7	1.314	6,5	4.050
Pampa	893	0,7	902	0,8	162	0,8	500
Total	126.222	100	108.792	100	20.221	100	61.993[1]

Fonte: FAO (2009)

[1] Somando a esse valor o estoque de carbono na biomassa viva das florestas plantadas, o total de estoque de carbono em biomassa estimado é de 62.607 milhões de toneladas em 2010.

5.1.3 Propriedade das Florestas

Em 2011, as florestas públicas federais e estaduais identificadas e inseridas no Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP) pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) totalizam área aproximada de 297 milhões de hectares, que correspondem a 35% do território nacional (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 Florestas públicas federais e estaduais incluídas no CNFP até novembro de 2011.

Biomas	Área (ha)
Amazônia	272.760.987
Cerrado	17.294.941
Mata Atlântica	3.093.451
Caatinga	1.253.627
Pantanal	737.374
Pampa	229.367
Total geral	297.266.565

Fonte: SFB (2011a)

As florestas públicas localizam-se nos diferentes biomas do País. No entanto, a maior parte (92%) encontra-se no bioma Amazônia, seguida do bioma Cerrado com 6% (Tabela 5.5). As florestas destinadas da União, que representam 62% do total de florestas públicas, são compostas por terras indígenas (37%), Unidades de Conservação (UCs) federais (21%), assentamentos sustentáveis federais (3%) e áreas militares (1%). As florestas públicas estaduais destinadas representam 14% do total. As florestas não destinadas (24%) correspondem àquelas em terras arrecadadas pela União e pelos estados, que ainda não foram designadas para nenhuma finalidade específica.

Aproximadamente 76% das florestas públicas federais e estaduais brasileiras cadastradas no CNFP são destinadas a cumprir propósitos específicos, para uso comunitário (49%), proteção da biodiversidade (26%) e uso militar (1%) (Figura 5.5).



Bruno Abe Saber

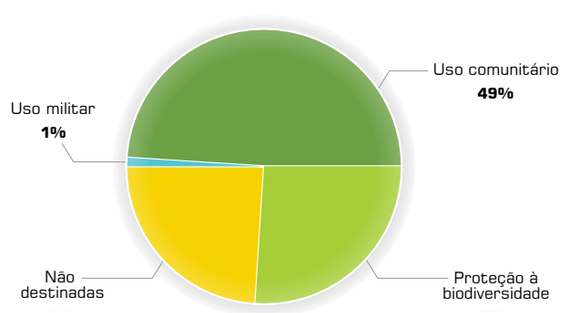


Figura 5.5 Distribuição e porcentagem das florestas públicas brasileiras cadastradas no CNFP por categoria de destinação.

Fonte: SFB (2011a)

Estima-se em 98,48 milhões de hectares a área de florestas privadas do Brasil, segundo o Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo IBGE (IBGE, 2007). Essas florestas são representadas pelo somatório das florestas naturais em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL), outras florestas naturais, florestas plantadas e sistemas agroflorestais.

5.2 Manejo e Uso dos Recursos Florestais

5.2.1 Manejo Florestal Sustentável

De acordo com a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284/2006), manejo florestal sustentável é a "administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal". Dessa forma, a administração produtiva da floresta sob manejo vai muito além da produção madeireira, abrangendo múltiplos produtos e serviços e incorporando aspectos sociais, ambientais e econômicos.

O princípio básico do manejo florestal sustentável é o respeito à capacidade de suporte da floresta para suprir de forma sustentável bens e serviços. Para tanto, são necessários diversos estudos e critérios técnico-científicos que identifiquem sua estrutura e composição, além de seus meios físicos e bióticos. Com base nessas informações, é possível realizar um planejamento que minimize os impactos ambientais e sociais, por meio de um ordenamento adequado de estradas, adoção de boas técnicas de produção, realização de prognósticos produtivos por espécie e a preservação de áreas sensíveis. Apesar da complexidade ambiental e social das florestas tropicais, o Brasil avança no desenvolvimento e na adoção das melhores práticas de manejo florestal.

5.2.1.1 Manejo Florestal Sustentável da Amazônia

O manejo florestal sustentável de florestas tropicais no Brasil, especialmente na Amazônia, experimenta avanços consideráveis nas últimas décadas, em termos de institucionalidade, marcos legais, conhecimento técnico e instrumentos de fomento.

O que inicialmente era encarado como um ônus desnecessário e tecnicamente complexo, atualmente faz parte da rotina de empresas e comunidades da região. Seu avanço pode ser medido pelo aumento percentual do volume de madeira com origem em Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), alterando, nos últimos 15 anos, a tendência de suprimento com base em desmatamentos.

A região amazônica, com 69,6% de área coberta por florestas, somando aproximadamente 354 milhões de hectares, ainda ostenta indicadores sociais abaixo da média nacional. Por essa razão, a promoção de seu uso sustentável constitui importante passo para a reversão do atual quadro social.

Desenvolver alternativas de uso racional dos recursos florestais, associadas a políticas voltadas para a estruturação de suas cadeias de valor e estabelecimento de uma economia forte de base florestal, é fundamental para a promoção do desenvolvimento regional.

5.2.1.2 Concessão em Florestas Públicas

Por meio do mecanismo da concessão florestal, a Administração Pública dispõe, de forma regulada e onerosa, do patrimônio florestal para agentes privados como estratégia de conservação, controle e fortalecimento da economia local. O objeto da concessão florestal é o direito de praticar o manejo florestal sustentável de uso múltiplo de bens e serviços, não incluindo direitos sobre o patrimônio genético, serviços ambientais e subsolo.

Em 2007, regulamentaram-se as concessões florestais com a assinatura dos primeiros contratos em 2008. Até 2011, já havia cinco contratos de concessão de florestas públicas, com fins de manejo florestal sustentável, que totalizavam área de 145.217 hectares (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 Áreas de Unidades de Manejo Florestal (UMF) sob concessão florestal.

Floresta Nacional	UMF	Data de assinatura do contrato	Área da UMF (em ha)
Jamari	UMF I	16/10/2008	17.178
	UMF II	21/10/2008	32.998
	UMF III	30/9/2008	46.184
Saracá-Taquera	UMF I	14/2/2011	30.063
	UMF II	14/2/2011	18.794
Total	-	-	145.217

Fonte: SFB (2007; 2009)

Adicionalmente, mais cinco áreas passaram por consultas públicas nos anos de 2010 e 2011, com previsão de lançamento de editais de concessão em 2012, ampliando a área sob concessão florestal para 1.172.413 hectares e um potencial produtivo de aproximadamente 800.000 m³/ano (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 Áreas de pré-editais de concessão.

Floresta Nacional	UF	Área total (em ha)	Área sob edital (em ha)	UMFs
Amanã	PA	540.417	210.161	5
Crepori	PA	210.161	231.358	5
Saracá-Taquera (Lote sul)	PA	429.600	93.203	2
Jacundá	RO	220.645	112.158	4
Altamira	PA	689.012	380.316	10
Total	-	2.089.835	1.027.196	26

Fonte: SFB (2011a)

As Florestas Nacionais (Flonas) dos pré-editais de concessão florestal estão localizadas, em regra, em regiões de baixo desenvolvimento humano, de economias estagnadas e de elevado percentual de cobertura vegetal.

Observa-se que, em 2010, foram produzidos 16.875,58 m³ de madeira em tora nas três Unidades de Manejo Florestal (UMFs) da Floresta Nacional do Jamari sob concessão florestal (Tabela 5.8).



Jefferson Rudy

Tabela 5.8 Resumo das áreas autorizadas para manejo florestal em 2010 na Flona do Jamari.

Unidade de Manejo Florestal (UMF)	Unidade de Produção Anual (UPA) (em ha)	Área de efetivo manejo (em ha)	Volume autorizado para exploração (em m³)	Volume explorado (em m³)	Volume transportado (em m³)	Volume estocado (em m³)
UMF I	594	566	14.553	3.719	903	2.816
UMF II	1.069	874	22.548	4.692	1.008	3.684
UMF III	1.579	1.360	29.159	8.465	0	8.465
Total	3.242	2.800	66.261	16.876	1.911	14.965

Fonte: SFB (2007)

Os contratos de concessão preveem como obrigação que se faça investimento social para as comunidades adjacentes às áreas concedidas (Tabela 5.9). No caso da Flona do Jamari está previsto investimento de 141 mil reais por ano.

Tabela 5.9 Valor anual do investimento social (em R$/ha/ano) nas UMFs da Floresta Nacional do Jamari.

	R$/ha	Área (em ha)	Valor (em R$)
UMF I	1,97	17.178	33.840,66
UMF II	2,19	32.998	72.265,62
UMF III	0,76	46.184	35.099,84
Total a ser investido anualmente nas comunidades adjacentes	-	96.360	141.206,12

Fonte: SFB (2007)

5.2.1.3 Manejo Florestal Sustentável da Caatinga

O manejo florestal desse bioma é feito com base em sistema monocíclico, com rotação estimada entre 12-15 anos. Baseia-se na aplicação da talhada simples em talhões anuais, que consiste no corte das árvores próximo a sua base, para permitir a regeneração das suas cepas por rebrota. Os estudos realizados na região mostram que o manejo tem viabilidade econômica e sustentabilidade técnica de até 10,9 m³/ha e, ao final da rotação, a vegetação recuperada atinge níveis de diversidade praticamente iguais, considerando áreas manejadas e áreas protegidas (GARIGLIO et al., 2010).

A área sob manejo florestal na Caatinga ainda é modesta, com aproximadamente 295 mil hectares de área acumulada de planos de manejo aprovados desde 1988 (Figura 5.6). Porém, observa-se que, a partir de 2006, houve aumento significativo na área total acumulada dos planos aprovados na região, o que demonstra tendência à consolidação do manejo florestal sustentável como alternativa de uso adequado da Caatinga e ainda de geração de emprego e renda para as comunidades locais.

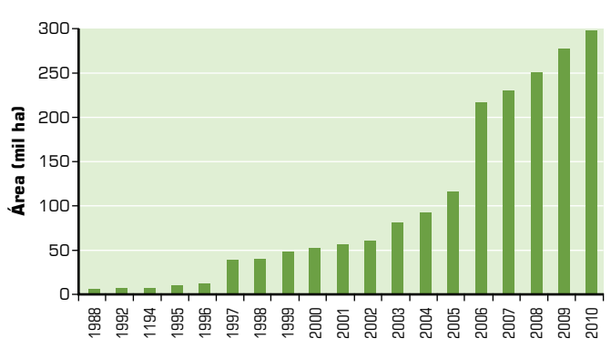


Figura 5.6 Área acumulada com Planos de Manejo Florestal Sustentável no Nordeste.

Fonte: SFB (2010)

5.2.1.4 Manejo Florestal Comunitário

No Brasil, há grande diversidade de povos e comunidades tradicionais que possuem o conhecimento sobre a flora e a fauna local e as formas de uso e manejo tradicional do patrimônio natural. Além dos indígenas, outras populações como os quilombolas, extrativistas e agricultores familiares também ocupam florestas e delas tiram seu sustento.

Segundo dados do CNFP, de julho de 2011, 129 milhões de hectares de florestas públicas eram destinados ao uso comunitário, sendo que a maior proporção destas está localizada na Amazônia Legal (Tabela 5.10). Contudo, se também considerar a proporção de áreas dentro de florestas nacionais e estaduais, que podem ser destinadas para o manejo florestal comunitário, pode-se atingir 199 milhões de hectares.

Tabela 5.10 Florestas nacionais públicas federais e estaduais destinadas a uso comunitário.

Tipo	Área (ha)
Terra Indígena	99.258.841
Reserva Extrativista	11.599.219
Reserva do Desenvolvimento Sustentável	64.441
Projeto de Assentamento Agroextrativista[1]	5.896.877
Programa de Desenvolvimento Sustentável	2.389.577
Projeto de Assentamento Florestal	225.497
Áreas de sobreposição (uso comunitário)	10.281.456
Total	129.715.908

Fonte: SFB (2011b)

[1] Dados de 2011 do Incra para títulos emitidos (com exceção das Superintendências Regionais de Marabá (PA), Roraima e Acre).

Estima-se que mais de dois milhões de pessoas ocupem 50% das florestas públicas brasileiras. Alguns desses grupos já possuem suas florestas habilitadas ou territórios demarcados (terras indígenas, reservas extrativistas, projetos de assentamento agroextrativista, quilombos, entre outros), porém, existem povos que ainda buscam o direito de posse

e uso do território, precondições para a garantia de suas culturas, modos de vida tradicionais e subsistência.

Nesse contexto, é preciso que o Estado ofereça condições mínimas para a manutenção desses grupos em seus territórios e, em alguns casos, até mesmo suporte a atividades econômicas que tragam melhoria para a qualidade de vida dessas populações locais e que contribuam para a conservação ambiental. O Programa de Apoio à Conservação Ambiental – Programa Bolsa Verde, lançado pelo Governo federal em junho de 2011, tende a contribuir para a promoção da cidadania dessas populações e para a manutenção e uso sustentável das florestas.

Em relação à produção extrativa florestal no Brasil, segundo o IBGE, em 2010 atingiu-se a cifra de R$ 4,2 bilhões, dos quais 18,5% referem-se a Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs), equivalente a R$ 779 milhões, e o restante a produtos madeireiros. Sabe-se que a cadeia produtiva dos PFNMs é praticamente exclusiva do contexto comunitário e familiar, entretanto, os dados para a produção madeireira não dimensionam essa contribuição.

5.2.1.5 Manejo Florestal Comunitário na Amazônia

Em termos de tamanho das áreas para uso comunitário, o bioma Amazônia concentra quase que a totalidade (92%) das florestas públicas destinadas a esse uso, sendo que mais da metade refere-se às terras indígenas.

A produção de madeira, a coleta de frutos, sementes, cascas e raízes, a extração de óleos e resinas e o pescado configuram as principais atividades do manejo comunitário, que geram renda para milhares de pessoas na Amazônia.

Levantamentos das iniciativas de manejo florestal comunitário madeireiro, planejadas ou em execução, indicam um salto de uma média de 14 iniciativas, no final da década de 1990, para uma média de 300 em 2005. Já em 2010, contabilizou-se 902 iniciativas. Grande parte delas (86%) refere-se ao manejo familiar ou de pequena escala e, o restante, ao manejo comunitário. O último levantamento do SFB registrou 325 iniciativas de manejo comunitário e familiar para os PFNMs (SFB, 2011b).

5.2.1.6 Manejo Florestal Comunitário na Caatinga

O manejo florestal comunitário e familiar no bioma Caatinga é possível principalmente em projetos de assentamento da reforma agrária e assentamentos do crédito fundiário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). Dentro do bioma somam-se 3.571 assentamentos da reforma agrária, agregando 300 mil famílias numa área aproximada de 9 milhões de hectares. No entanto, o manejo florestal comunitário ocorre somente em 37 assentamentos, com área aproximada de 9 mil hectares (Tabela 5.11).

Os recursos florestais da região servem a uma diversidade de fins, com destaque para a madeira utilizada na construção, lenha e carvão, sendo este o principal componente da matriz energética do Semiárido, explorado intensa e desordenadamente durante séculos. Com participação econômica ainda pouco significativa, mas importante para a alimentação e saúde das comunidades rurais, ressalta-se também o extrativismo de frutos e insumos não madeireiros diversos.

Atualmente, pode-se notar que o manejo florestal de base comunitária e familiar ocorre principalmente nos estados de Pernambuco, Paraíba e Piauí, nos quais um forte trabalho de assistência técnica permite que assentamentos rurais utilizem o manejo florestal sustentável como fonte de geração de renda (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 Área sob manejo florestal em assentamentos rurais na Caatinga (2012).

Unidade Federativa	Número de Assentamentos Rurais	Número de Famílias Atendidas	Produção de lenha (esteres)(1)	Área sob Manejo Florestal (hectares)
Pernambuco	18	337	250.000	2.951
Paraíba	14	533	350.000	3.560
Piauí	5	244	-	2.429(2)
Total	37	1.114	600.000	8.340

Fonte: SFB/UR-Nordeste. Informação não publicada.

(1) Produção estimada para um ciclo de 15 anos na área sob manejo florestal.
(2) Área estimada para implantação do manejo florestal.

Assim, a utilização sustentável desses recursos florestais pelas comunidades configura oportunidade importante tanto sob o ponto de vista de geração de trabalho e renda quanto para a conservação ambiental, pois a produção de lenha e carvão é atividade essencial à sobrevivência dos pequenos produtores durante a época seca.

Considerando os 46 milhões de hectares de remanescentes florestais na Caatinga, em 2010, apenas 0,3% dessa área estava sob algum tipo de regime de manejo, sendo o manejo florestal comunitário e familiar ainda mais restrito. Para garantir o atendimento da demanda industrial de lenha e carvão estimada para 2006, essa área deveria totalizar 5,4% dos remanescentes, ou seja, cerca de 2,5 milhões de hectares, o equivalente a 27,6% das áreas da Caatinga já destinadas para unidades de conservação de uso sustentável e assentamentos da reforma agrária.

Essas estimativas demonstram a clara viabilidade do atendimento à demanda energética do Nordeste, com base em fontes renováveis a partir do manejo florestal sustentável. Para que possa atender essa demanda, é importante fortalecer a assistência técnica e a regularização ambiental das propriedades, de modo a garantir a viabilidade econômica e técnica do manejo nessas áreas.

5.2.2 Certificação Florestal

No Brasil, existem 7.772.224 hectares de florestas certificadas (setembro de 2011). A certificação florestal e da cadeia de custódia é feita por diversas empresas que utilizam dois sistemas: o Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor), vinculado ao *Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes* (PEFC), e o *Forest Stewardship Council* (FSC). Do total de florestas, foram certificadas pelo

FSC, até setembro de 2011, 6,3 milhões de hectares (Figura 5.7), sendo 3,5 milhões de hectares de florestas plantadas e 2,8 milhões de hectares de florestas nativas. Por sua vez, o Cerflor certificou 1,4 milhão de hectares de florestas plantadas até 2011 (Figura 5.8).

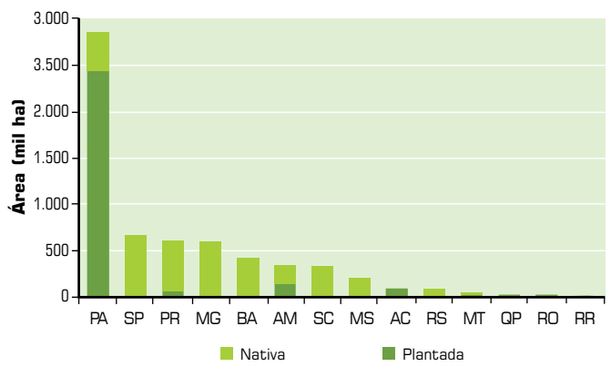


Figura 5.7 Área florestal certificada com selo FSC no Brasil, 2011.

Fonte: FSC (2011)

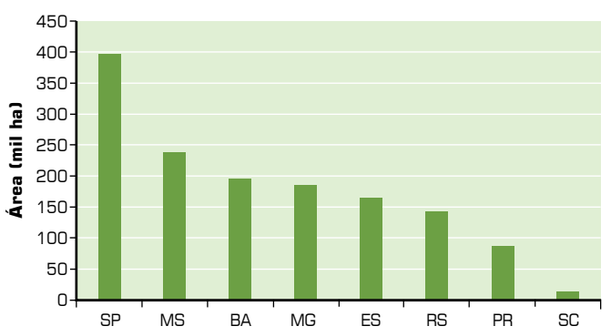


Figura 5.8 Área florestal certificada com selo Cerflor no Brasil, 2011.

Fonte: Inmetro (2011)

As florestas certificadas destinam-se, principalmente, à produção e à conservação. Nas florestas nativas certificadas a área destinada à conservação equivale a cerca de 50% de sua área total (Figura 5.9).

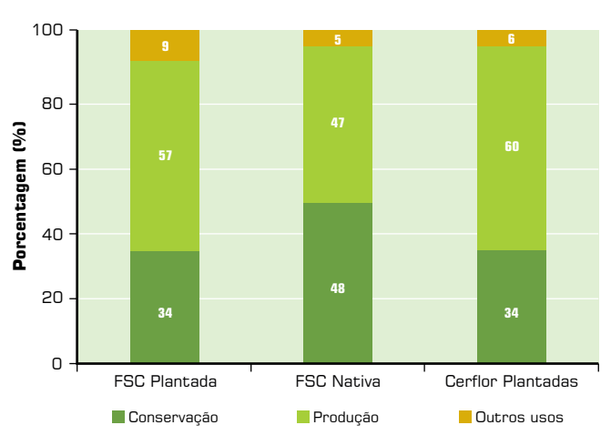


Figura 5.9 Principal uso das florestas brasileiras certificadas pelo FSC e Cerflor, 2011.

Fontes: FSC (2011); Inmetro (2011)

5.3 Destinação das Florestas do Brasil

As funções primárias das florestas brasileiras são proteção dos solos, dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade, a produção e os usos múltiplos. Assim, as florestas com destinação conhecida podem ser distribuídas em cinco categorias baseadas no principal uso ao qual foram destinadas. A Tabela 5.12 apresenta os dados de área de florestas por categoria de função, primariamente designadas, assim como as áreas das subcategorias que as compõem.

Tabela 5.12 Distribuição das florestas por categoria de destinação principal.

Categorias de destinação das florestas	Área (ha)
Produção e conservação	**253.849.227,00**
Floresta Nacional[1]	29.276.144,00
Florestas plantadas[2]	6.973.083,00
Reserva Legal[3]	217.600.000,00
Produção e serviços sociais	**141.686.403,00**
Reserva de Desenvolvimento Sustentável[1]	10.984.446,00
Reserva Extrativista[1]	22.083.611,00
Terra Indígena[4]	**108.618.346,00**
Conservação da biodiversidade	**53.018.552,00**
Estação Ecológica[1]	11.490.739,00
Monumento Natural[1]	101.828,00
Parque[1]	35.508.709,00
Refúgio de Vida Silvestre[1]	331.780,00
Reserva Biológica[1]	5.164.282,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural[1]	421.214,00
Conservação do solo e dos recursos hídricos	**102.200.000,00**
Áreas de Preservação Permanente[3]	102.200.000,00
Usos múltiplos	**38.286.672,00**
Área de Proteção Ambiental[1]	38.196.161,00
Área de Relevante Interesse Ecológico[1]	90.511,00
Não destinada[5]	**73.000.000,00**

Fontes: [1] Brasil (2011); [2] Abraf (2011); [3] Sparovek et al. (2010); [4] Funai (2011); [5] SFB (2011b)

5.4 Qualidade da Produção Florestal

5.4.1 Produtos Florestais Madeireiros

Do total de madeira em tora extraída das florestas brasileiras, em 2010, 75% foram provenientes de florestas plantadas e 25% de florestas naturais (Figura 5.10), apesar de as florestas plantadas representarem somente 1,3% da área total do País.

Em 2010, destinou-se 80% da madeira extraída de florestas naturais para combustíveis e 20% para a indústria. Das florestas plantadas, 40% foram destinadas para combustíveis e 60% para a indústria (Tabela 5.13).

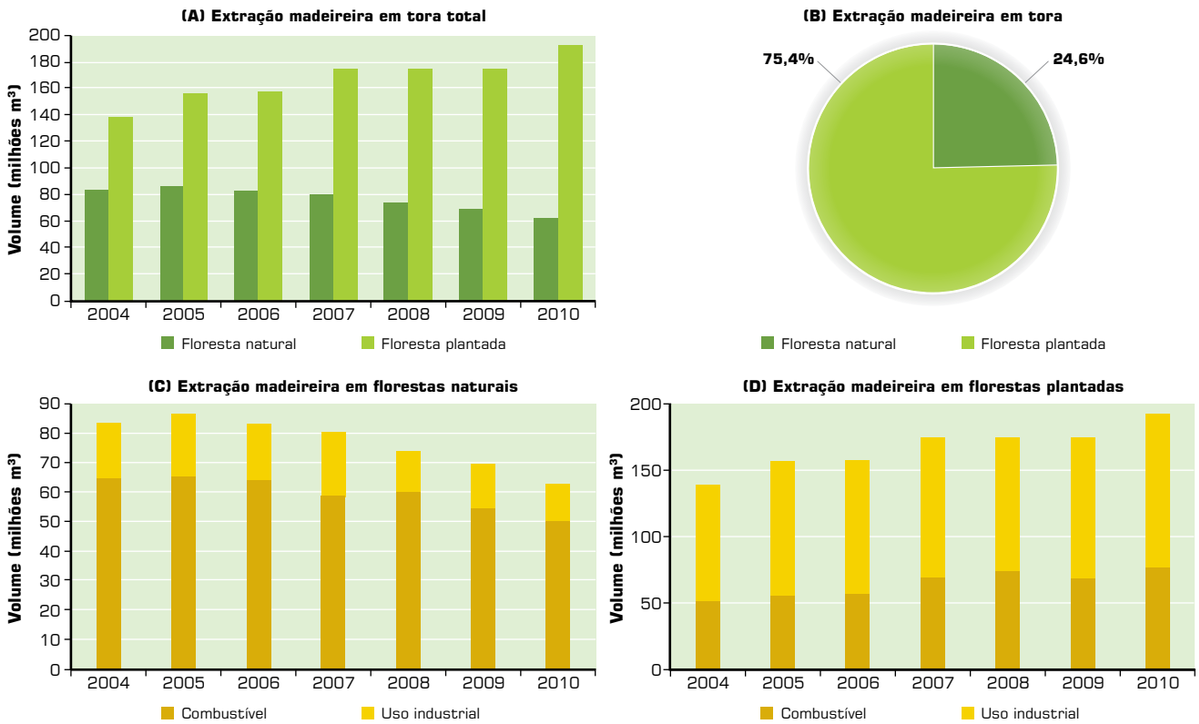


Figura 5.10 Volume de madeira extraída em tora das florestas naturais e plantadas, por ano, e sua destinação, quantidade por grupo em toras total (A, B), por grupo de uso (C, D) e tendências por grupo de uso.

Fonte: IBGE (2011)

Tabela 5.13 Principais destinações da madeira extraída entre 2005 e 2009, em 1.000 m³.

Tipo floresta	Uso	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Floresta Natural	Combustível	69.201	65.206	64.153	59.894	54.558	50.231
	Uso industrial	17.372	17.986	16.389	14.127	15.248	12.658
Floresta Natural	Total	86.573	83.192	80.542	74.021	69.806	62.889
Floresta Plantada	Combustível	55.754	56.981	69.538	73.841	68.439	76.644
	Uso industrial	100.615	100.767	105.132	101.262	106.911	115.742
Floresta Plantada	Total	156.368	157.748	174.669	175.103	175.350	192.385
Total geral		**242.942**	**240.940**	**255.211**	**249.124**	**245.156**	**255.275**

Fonte: IBGE (2011)

5.4.1.1 Florestas na Matriz Energética

A lenha e o carvão vegetal representaram 10% da matriz energética brasileira em 2010 [Figura 5.11 (A)]. A utilização da lenha é ainda significativa no País, principalmente para a produção de carvão vegetal e cocção de alimentos nas residências [Figura 5.11 (B)].

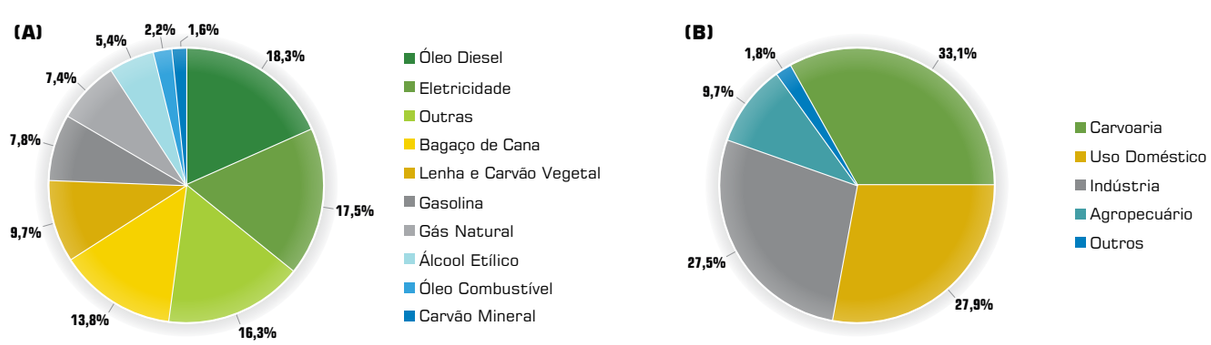


Figura 5.11 (A) Consumo final de energia em 2010. (B) Uso de lenha oriunda de florestas plantadas e nativas em 2010.

Fonte: Brasil (2010)

5.4.1.2 Número de Espécies Utilizadas

O número de espécies florestais extraídas para aproveitamento madeireiro e o correspondente volume distribuído por espécie podem indicar o grau de sustentabilidade de exploração das florestas em longo prazo. De maneira geral, quanto maior o número de espécies maior a capacidade de manutenção da diversidade das florestas naturais, sem sobre-exploração de determinadas espécies, e, consequentemente, perdas genéticas de algumas populações. No entanto, o volume total extraído deveria ser distribuído o mais uniformemente possível entre todas as espécies. O número de espécies florestais comercializadas no Brasil é superior a 1.300 por ano, conforme registrado no Sistema DOF (Documento de Origem Florestal), disponibilizado pelo Ibama (Figura 5.12). No entanto, no período de 2007 a 2009, apenas 25 espécies representaram 50% do volume comercializado. Ainda que o elevado número de espécies esteja relacionado a diferenças regionais e a deficiências na identificação das espécies no âmbito do DOF, um número reduzido de espécies corresponde à metade do volume explorado no País.

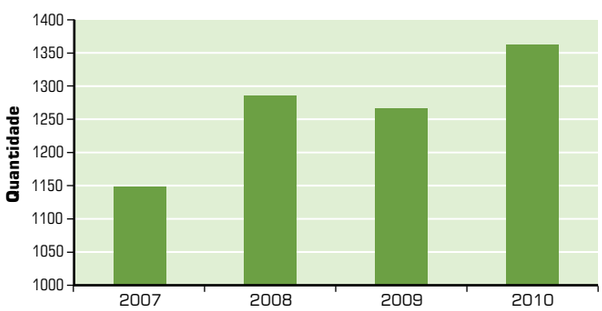


Figura 5.12 Número de espécies madeireiras comercializadas no Brasil.

Fonte: Ibama (2011a)

5.4.1.3 Origem da Madeira Legal

A análise da origem da madeira proveniente de florestas naturais, feita com base na autorização para transporte pelos órgãos de controle integrados ao Sistema DOF, no período de 2007 a 2010, mostra que aproximadamente 49% originou-se de manejo florestal sustentável e 51% de desmatamento autorizado.

Do percentual de madeira proveniente de desmatamento autorizado, obteve-se 46% de áreas com Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) para uso alternativo do solo, como pecuária e agricultura, e os restantes 5% de áreas com ASV para implantação de empreendimentos como rodovias, indústrias e outros (Figura 5.13).

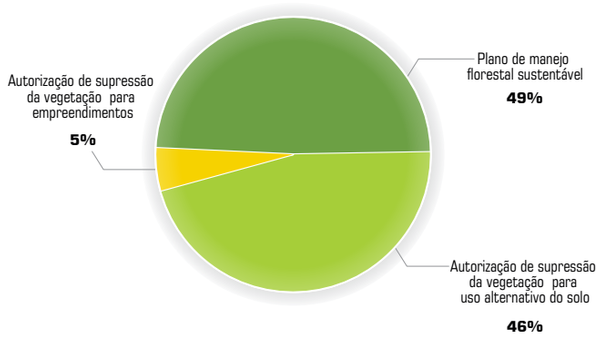


Figura 5.13 Porcentagem volumétrica de madeira autorizada para transporte, no período de 2007 a 2010, por tipo de exploração.

Fonte: Ibama (2011a)



Bruno Abe Saber

5.4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros

5.4.2.1 Produtos Florestais Não Madeireiros Extraídos de Florestas Naturais

O Brasil produz grande variedade de produtos florestais não madeireiros extraídos tanto das florestas naturais como das plantadas. A produção oriunda de florestas naturais totalizou R$ 778 milhões em 2010, representada por 627 mil toneladas de produtos (Tabela 5.14).

Observa-se, em todas as categorias de produtos, que a quantidade se mantém aproximada ou reduzida nos últimos 5 anos. O grupo dos alimentícios apresentou acréscimo nas produções, principalmente devido ao incremento da produção de frutos de açaí (73%), castanha-do-pará (7,7%) e erva-mate (4,3%). As principais regiões produtoras são a Norte, Nordeste e Sul, e os principais produtos por categoria estão apresentados nas Figuras 5.14 a 5.22.

Tabela 5.14 Quantidade de produtos não madeireiros produzida da extração vegetal, em toneladas, no período de 2004 a 2010.

Produtos	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Alimentícios	407.297	402.749	390.486	390.192	396.544	396.022	417.430
Ceras	21.158	22.353	22.409	22.464	21.511	21.131	21.462
Fibras	98.910	89.348	83.763	84.140	80.383	75.075	66.222
Oleaginosos	130.267	132.222	129.152	128.125	122.262	121.651	117.890
Outros	8.432	6.741	5.971	5.932	5.238	4.475	4.302
Total	**666.064**	**653.413**	**631.781**	**630.853**	**625.938**	**618.354**	**627.306**

Fonte: IBGE (2011)

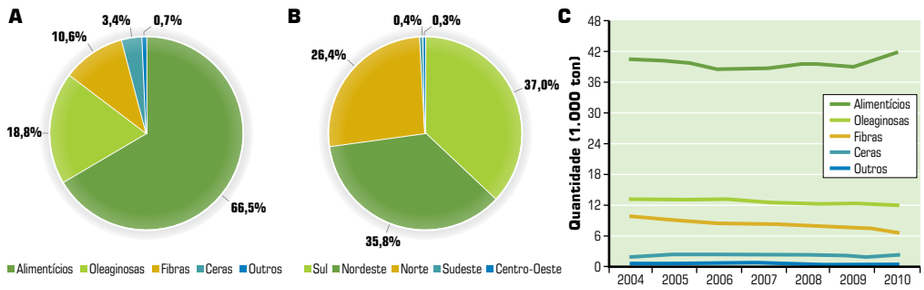


Figura 5.14
Produtos não madeireiros oriundos de florestas naturais.
A) Quantidades e tipos produzidos em 2010;
B) Regiões produtoras;
C) Quantidade produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

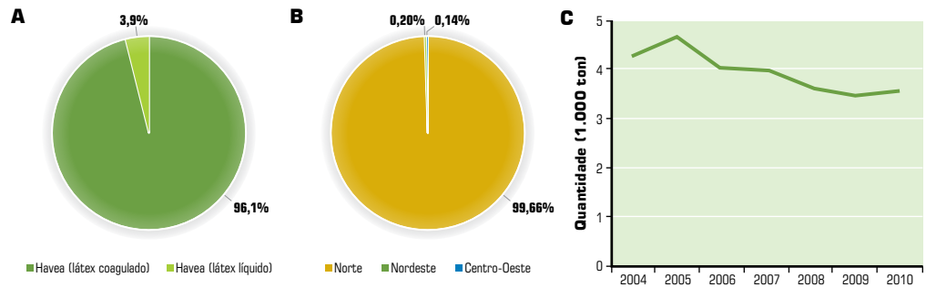


Figura 5.15
A) Volume de borracha produzida em 2010; B) Regiões produtoras em 2010; C) Quantidade produzida, anualmente, na extração vegetal.
Fonte: IBGE (2011)

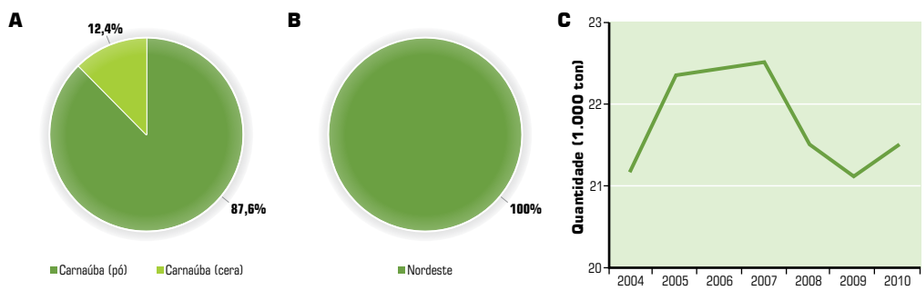


Figura 5.16
A) Volume de cera produzido em 2010;
B) Região produtora em 2010;
C) Série histórica da quantidade produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011).

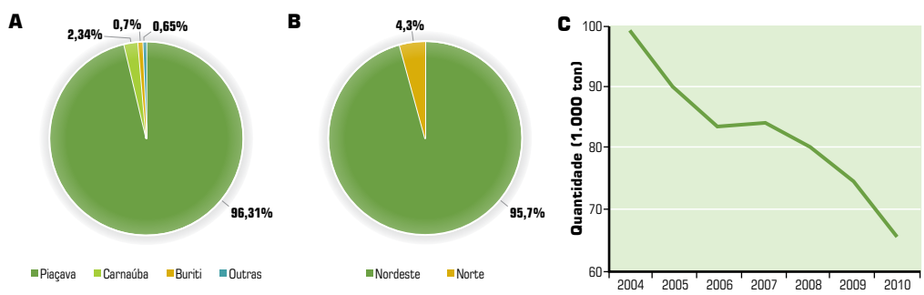


Figura 5.17
A) Volume de fibra produzido em 2010;
B) Regiões produtoras;
C) Quantidade de fibra produzida no País nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

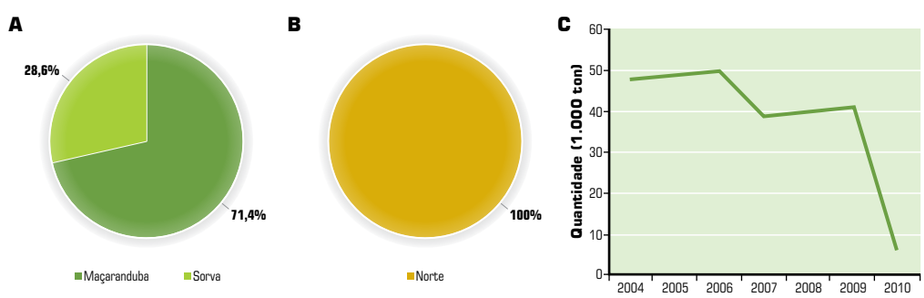


Figura 5.18
A) Volume de gomas não elásticas produzido em 2010;
B) Regiões produtoras;
C) Quantidade produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

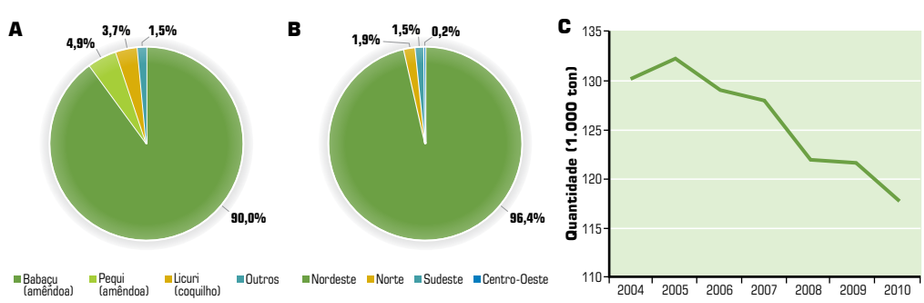


Figura 5.19
A) Quantidade de produtos oleaginosos produzidos em 2010;
B) Regiões produtoras;
C) Quantidade de oleaginosos produzidos nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

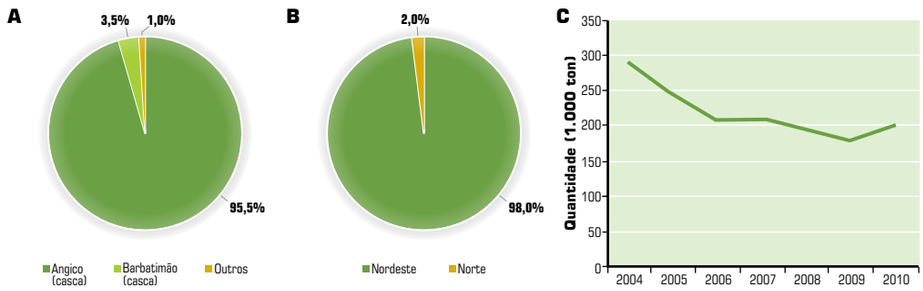


Figura 5.20
A) Quantidade de produtos tanantes produzida em 2010;
B) Regiões produtoras;
C) Quantidade de tanantes produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

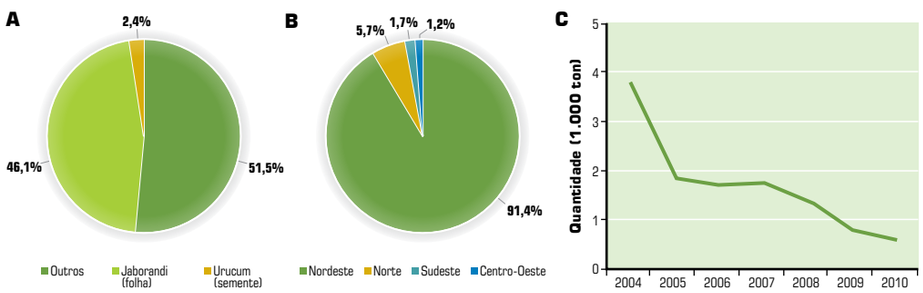


Figura 5.21
Produtos aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes.
A) Quantidade produzida em 2010;
B) Regiões produtoras em 2010;
C) Quantidade de tanantes produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

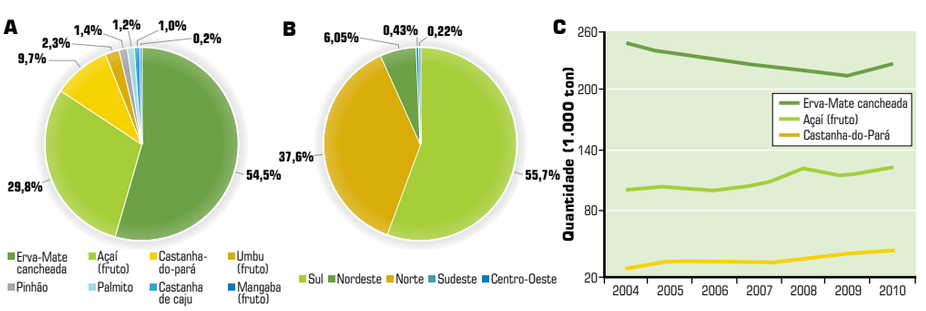


Figura 5.22
Produtos alimentícios.
A) Quantidade produzida em 2010;
B) Região produtora em 2010;
C) Quantidade produzida, nos últimos anos, dos três principais produtos.
Fonte: IBGE (2011)

5.4.2.2 Produtos Florestais Não Madeireiros Extraídos de Florestas Plantadas

O Brasil apresentou uma produção de R$ 139.676.000,00, em 2010, equivalente a 275 mil toneladas de produtos florestais não madeireiros extraídos de florestas plantadas. As principais regiões produtoras são as regiões Sul e Sudeste (Tabela 5.15).

Os principais produtos não madeireiros extraídos das florestas plantadas são a casca de acácia-negra, as folhas de eucalipto e a resina de pinus. Nos últimos 5 anos, houve queda acentuada da produção de casca de acácia-negra, enquanto a produção de folhas de eucalipto e resina de pinus manteve-se em torno de 60.000 toneladas até 2009. Em 2010, observou-se aumento de produção de 51% de folhas de eucalipto e de 24% de resina de pinus em relação a 2009 (Figura 5.23 e Tabela 5.16).

Tabela 5.15 Quantidade de produtos não madeireiros produzida de florestas plantadas, por região (valores em toneladas), no período de 2004 a 2010.

Região	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nordeste	-	-	-	-	1.499	1.500	1.500
Sudeste	68.092	83.806	74.082	78.560	74.705	85.221	98.071
Sul	260.284	306.324	283.091	201.328	186.265	136.808	173.585
Centro-Oeste	1.190	14.715	14.581	10.938	12.466	6.123	1.996
Total	**329.566**	**404.845**	**371.754**	**290.826**	**274.935**	**229.652**	**275.152**

Fonte: IBGE (2011)

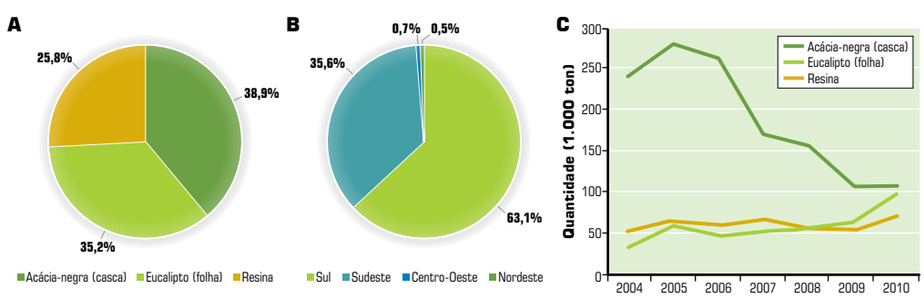


Figura 5.23
Principais produtos não madeireiros oriundos de florestas plantadas.
A) Quantidade produzida em 2010;
B) Regiões produtoras em 2010;
C) Quantidade produzida nos últimos anos.
Fonte: IBGE (2011)

Tabela 5.16 Quantidade dos principais produtos não madeireiros produzida de florestas plantadas no período de 2004 a 2009 (valores em toneladas).

Produto	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Acácia-negra (casca)	242.604	280.329	262.313	172.090	158.548	109.010	107.171
Eucalipto (folha)	33.572	60.319	48.364	53.084	58.326	64.077	96.907
Pinus (resina)	53.390	64.197	61.077	65.652	58.061	56.565	71.073
Total	**329.566**	**404.845**	**371.754**	**290.826**	**274.935**	**229.652**	**275.151**

Fonte: IBGE (2011)



Bernardo Luiz Eckhardt da Silva

5.5 Pagamento por Serviços Ambientais

Os serviços ambientais, embora essenciais, até bem pouco tempo eram excluídos dos bens e produtos que poderiam ser extraídos da natureza. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) busca corrigir essa omissão, contribuindo para a preservação e a conservação das florestas e demais formas de vegetação. Em âmbito social e econômico, isso significa possibilidade de aumento de renda para proprietários rurais que, voluntariamente, desejam preservar o meio ambiente por meio de serviços ecológicos em substituição às ações de degradação e utilização irracional dos recursos naturais. Algumas políticas públicas que incentivam o PSA no Brasil:

- Proambiente (Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar) – criado em 2000 pela sociedade civil e incorporado pelo MMA em 2003. Premia agricultores e pecuaristas que incorporam práticas menos impactantes ao ambiente em suas respectivas propriedades.
- ICMS Ecológico – os estados repassam, nos termos do art. 158, IV, da Constituição Federal, 25% da arrecadação do ICMS para os municípios. Alguns já criaram regulamentações que permitem alocar 5% do repasse em projetos de conservação ambiental.
- Compensação ambiental – trata-se de uma compensação financeira aos impactos ambientais causados por empreendimentos, tais como hidrelétricas, perfuração de jazidas de petróleo, entre outros. São feitos repasses financeiros para os estados onde se localizam os empreendimentos para serem investidos em projetos ambientais.
- Isenção Fiscal do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) para áreas protegidas por lei como áreas de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), APPs e RL.
- PSA Urbano – remunera os catadores de materiais recicláveis com base na quantidade de carbono que deixa de ser emitida para a atmosfera, pela reciclagem dos resíduos coletados. Não somente o Governo, mas empresas privadas também investem nesses projetos.
- Bolsa Verde (Programa de Apoio à Conservação Ambiental) – lançado pelo Governo federal em junho de 2011, tem como objetivo beneficiar as famílias que moram em áreas com recursos naturais conservados e manejados de forma sustentável, com uma bolsa para incentivar a conservação dos ecossistemas e promover a cidadania.

5.6 Desmatamento e Degradação das Florestas

A maior causa de perda de biodiversidade do planeta é a supressão da vegetação natural. Além disso, a modificação da cobertura de vegetação natural é responsável pela emissão de carbono para a atmosfera, aumentando o aquecimento global. O desmatamento e as queimadas na Amazônia e no Cerrado são responsáveis pela maior parte das emissões de carbono no País.

Os mapas de vegetação existentes no Projeto Radambrasil já não refletem a realidade devido às transformações na ocupação do território brasileiro, ocorridas, sobretudo, em função da interiorização ao longo das últimas décadas. A fim de preencher essa lacuna de conhecimento, bem como ampliar aquele disponível em relação aos biomas já monitorados para esse parâmetro, o MMA, por meio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), realizou o mapeamento da cobertura vegetal, adotando o recorte de biomas estabelecido no Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004).

Verifica-se que há mais de 20 anos faz-se o monitoramento de desmatamento da floresta na Amazônia utilizando imagens ópticas orbitais. Esse monitoramento é reconhecido mundialmente como referência em florestas tropicais e é feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011a), por meio de dois sistemas de monitoramento: (1) Projeto de Monitoramento da Amazônia Brasileira por Satélite (Prodes) e

(2) Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), desenvolvido como sistema de alerta para suporte à fiscalização e controle de desmatamento do Ibama.

Em face do sucesso desse monitoramento por dados de satélites e diante da relevância dos demais biomas brasileiros, que representam, aproximadamente, metade do território nacional, a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (SBF/MMA) implementou o Programa de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS), por meio de acordo de cooperação técnica com o Ibama, que tem por objetivo a elaboração e a execução do sistema de monitoramento por satélite do desmatamento nos seguintes biomas: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, com o intuito de quantificar as perdas de áreas com vegetação nativa e embasar ações de fiscalização e combate a desmatamentos ilegais, cabendo ao Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama (CSR) sua detecção.

5.6.1 Desmatamento nos Biomas Brasileiros

O Brasil abriga seis biomas continentais: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal. A Tabela 5.17 apresenta os dados de desmatamento ocorridos nos biomas brasileiros até 2009.

Tabela 5.17 Desmatamento dos biomas brasileiros até 2009.

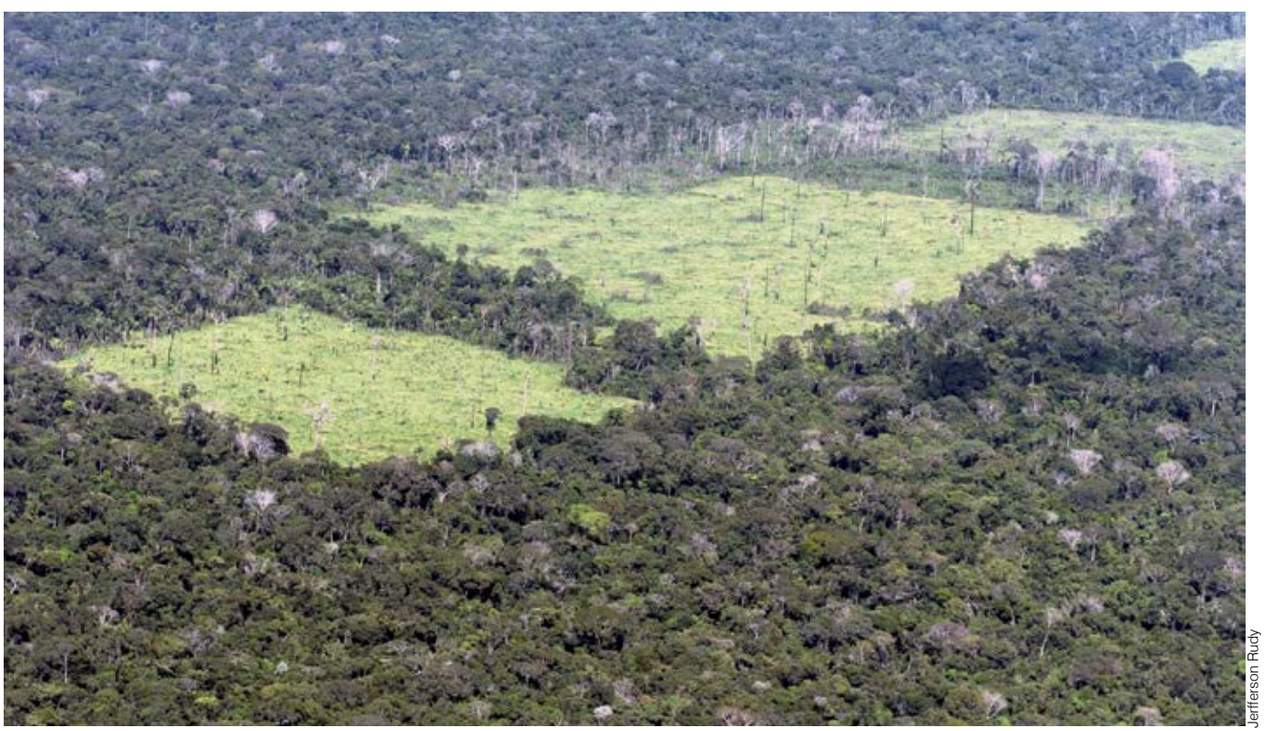
Bioma	Área desmatada no período anterior a 2002 (km²)	Área desmatada no período 2002-2008 (km²)	Área desmatada no período 2008-2009 (km²)	Área total de desmatamento nos biomas (km²)	% desmatamento sobre a área total bioma
Cerrado	972.175	85.074	7.637	993.169	48,2
Pantanal	18.662	4.279	188	23.129	15,2
Amazônia	566.303	111.030	7.464	690.873	16,3
Caatinga	358.497	16.576	1.921	376.994	45,6
Pampa	93.789	2.197	248	96.234	54,0
Mata Atlântica	834.815	2.742	331	837.888	75,9

Fonte: Ibama (2011b)

5.6.1.1 Amazônia

O bioma Amazônia contempla a maior floresta tropical do planeta. Além de ser fundamental para a biodiversidade terrestre global, bem como reguladora do regime hídrico em toda a América Sul, a Amazônia abriga vastos estoques de madeira comercial e carbono. Apesar disso, nos últimos 50 anos, com a interiorização do desenvolvimento do País, o bioma vem perdendo, de forma considerável, sua vegetação natural. Em números relativos, até 2010, por volta de 17% da área total perdeu sua cobertura vegetal.

Mesmo com picos de até 29.000 km² desmatados em 1995, as taxas decresceram. Em 2010, por exemplo, o desmatamento foi o menor registrado desde o início da medição em 1988 (6.076 km²). De acordo com Nepstad et al. (2009), essa queda deve-se a ações de governança, como a criação de novas UCs, e ao aumento da fiscalização.



Jefferson Rudy

5.6.1.2 Cerrado

O Cerrado, nos últimos 50 anos, perdeu 48% de sua cobertura vegetal, o que corresponde a mais de 900.000 km² até 2010. Grande parte dessa perda converteu-se em área de pastagem e monoculturas. Hoje, as áreas críticas de desmatamento concentram-se entre os estados do Tocantins, Maranhão e Piauí. Apesar dessa perda considerável, assim como na Amazônia, as taxas de desmatamento estão diminuindo. Entre 2009 e 2010, as taxas de desmatamento diminuíram aproximadamente 18% no bioma.

5.6.1.3 Pantanal

O Pantanal apresenta a cobertura vegetal natural mais preservada, com aproximadamente 85%. No entanto, a expansão desordenada das atividades agropecuárias na região contribui com a intensificação da erosão laminar, assoreamento e contaminação dos rios com biocidas, perda da fauna, flora e de sua biodiversidade (SANTOS, 2006).

É imprescindível o mapeamento sistemático da cobertura natural do bioma para que a ocupação humana ocorra de forma planejada e sustentável, principalmente por tratar-se de ecossistema extremamente frágil. Atualmente, a taxa anual de desmatamento é de 0,47%, considerada alarmante em face de sua pequena extensão.

5.6.1.4 Caatinga

A Caatinga é o bioma menos conhecido cientificamente e vem sendo tratado com baixa prioridade, não obstante ser um dos mais ameaçados, principalmente pela introdução de espécies forrageiras e a conversão de áreas naturais para a pecuária, bem como o uso inadequado e insustentável de seus solos e recursos naturais. Apesar disso, apresenta apenas 17,8% de remanescentes protegidos por UCs (BRASIL, 2011).

Os resultados do monitoramento da vegetação nativa remanescente demonstram esse papel de coadjuvante, com a perda de mais de 45% da vegetação natural até o momento. Esse decréscimo se dá a uma taxa de 0,23% da área total do bioma entre os anos de 2008 e 2009.

5.6.1.5 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é o bioma que possui o menor percentual de cobertura vegetal natural. Apesar disso, o bioma ainda possui importante parcela da diversidade biológica, com várias espécies endêmicas. Seus recursos hídricos abastecem população que ultrapassa 120 milhões de brasileiros.

Sua área original, antes vasta, encontra-se restrita a alguns remanescentes muito fragmentados, vestígios do ecossistema original que, embora aparentemente protegido pela topografia acidentada da Serra do Mar, continua sendo destruído para reflorestamento de espécies exóticas e extração de sua flora original.

Atualmente, o bioma apresenta 22% de área de remanescente florestal, que representa, em números absolutos, 245.429 km² de vegetação original e secundária. Sua taxa anual média de desmatamento é de 0,04%, o que representa aproximadamente 457 km²/ano, considerado alarmante, visto que apresenta pequena cobertura florestal.

5.6.1.6 Pampa

O Pampa, em 2008, apresentava área de cobertura vegetal nativa da ordem de 64 mil km², o que equivale a 36,03% de sua área total. O bioma teve sua cobertura vegetal nativa suprimida, entre 2002 e 2008, em 2.197 km², o que representa, em média, 0,2% de sua cobertura vegetal nativa por ano.

Espécies Florestais Ameaçadas e Protegidas

Atualmente, 472 espécies compõem a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2008). Os biomas com maior número de espécies ameaçadas são, por ordem decrescente, a Mata Atlântica (276), o Cerrado (131), a Caatinga (46), a Amazônia (24), o Pampa (17) e o Pantanal (2).

Há três espécies protegidas por legislação federal. São elas:

- Castanheira (*Bertholetia excelsa*) (Decreto nº 5.975/2006).
- Seringueira (Hevea spp.) (Decreto nº 5.975/2006).
- Mogno (*Swietenia macrophylla*) (Decreto nº 4.722/2003).

Tabela A Espécies madeireiras ameaçadas de extinção (2008).

Nome popular	Nome científico	Família	Bioma
Aroeira, Aroeira-do-sertão	*Myracrodruon urundeuva*	Anacardiaceae	Cerrado/Caatinga
Baraúna	*Schinopsis brasiliensis*	Anacardiaceae	Cerrado/Caatinga
Pinheiro-do-paraná/Pinheiro-brasileiro	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	Mata Atlântica
Cerejeira	*Amburana cearensis*	Fabaceae	Amazônia
Pau-brasil	*Caesalpinia echinata*	Fabaceae	Mata Atlântica
Jacarandá-da-bahia	*Dalbergia nigra*	Fabaceae	Mata Atlântica
Braúna	*Melanoxylon brauna*	Fabaceae	Mata Atlântica
Pau-roxo	*Peltogyne maranhensis*	Fabaceae	Amazônia
Canela-preta	*Ocotea catharinensis*	Lauraceae	Mata Atlântica
Canela-sassafrás	*Ocotea odorifera*	Lauraceae	Mata Atlântica
Imbuia	*Ocotea porosa*	Lauraceae	Mata Atlântica
Castanheira	*Bertholletia excelsa*	Lecythidaceae	Amazônia
Mogno	*Swietenia macrophylla*	Meliaceae	Amazônia
Pau-amarelo	*Euxylophora paraensis*	Rutaceae	Amazônia

Fonte: Adaptado de Brasil (2008)

5.6.2 Políticas Públicas para o Combate ao Desmatamento

Durante a 15ª Conferência das Partes (15ª COP) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada em dezembro de 2009, em Copenhagen, o Governo brasileiro comprometeu-se a reduzir em pelo menos 40% das emissões provenientes do desmatamento do Cerrado e 80% do desmatamento na Amazônia.

Os planos de ação para prevenção e controle do desmatamento nos biomas são considerados instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Desse modo, o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM) e o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no Cerrado (PPCerrado) buscam honrar os compromissos assumidos de redução das emissões de gases de efeito estufa.

5.6.2.1 O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM)

O PPCDAM foi a primeira iniciativa brasileira no sentido de implementar um conjunto de políticas públicas com o objetivo de reduzir o desmatamento e propor um novo modelo de ocupação da Amazônia. Com esse intuito, formou um grupo interministerial, em 2003, para propor ações a fim de reverter a tendência de aumento do desmatamento na Amazônia. A partir do primeiro ano de execução do PPCDAM, em 2005, o desmatamento diminuiu paulatinamente até atingir o patamar recorde de 6.076 km², em 2010, o que representa redução de 66% em relação ao período de referência (1996-2005). Essa foi a menor taxa desde 1988, quando se deu início ao monitoramento da cobertura florestal da Amazônia.

Para atingir essa significativa redução das taxas, o Governo realizou diversas ações e parcerias, com destaque para:

- Criação de novos sistemas de monitoramento, como o Sistema de Mapeamento da Degradação Florestal (Degrad) e o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (Deter).
- Agilização na fiscalização do desmatamento e responsabilização dos infratores, incluindo medidas legais como os Decretos nº 6.312/2007 e nº 6.514/2008.
- Operação Arco Verde nos municípios prioritários para ações de prevenção e controle do desmatamento, com o objetivo de promover modelos produtivos sustentáveis, por meio de um conjunto de ações implementadas por diversos órgãos do Governo federal.
- Cadastro Ambiental Rural (CAR), com o objetivo de promover a regularização ambiental e a recuperação de APPs e de RL nos imóveis rurais.
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas que visa aumentar a produtividade das áreas já abertas pela agropecuária.
- Disponibilização de crédito para recuperação de APPs e de RL.
- Elaboração e implementação dos planos estaduais de prevenção e controle do desmatamento e das queimadas.
- Pactos setoriais: envolvendo o setor produtivo no compromisso de redução do desmatamento (pacto da pecuária e da soja).
- Implementação do Fundo Amazônia.
- Programa Terra Legal para regularização fundiária.
- Conclusão do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal.
- Criação de mais de 25 milhões de hectares de UCs e homologação de mais de 10 milhões de hectares de terras indígenas.



Jefferson Rudy

5.6.2.2 O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado)

O PPCerrado, lançado após a constatação da necessidade de redução das taxas de desmatamento no Cerrado, é coordenado pela Casa Civil e conta com a participação de 15 ministérios, cujo tema transversal é fortalecer a educação ambiental e a valorização do bioma Cerrado, com ações que se organizam em torno de diversos macro-objetivos, divididos em três eixos e um tema transversal, conforme a descrição a seguir:

I - Monitoramento e Controle

- Aprimorar o monitoramento da cobertura florestal no bioma Cerrado.
- Fortalecer a fiscalização integrada do desmatamento em áreas especiais (UCs e terras indígenas) e prioritárias para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos.
- Aprimorar a prevenção e o controle das queimadas e incêndios florestais.
- Fortalecer o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) para a gestão florestal.

II - Áreas Protegidas e Ordenamento Territorial

- Criar e consolidar UCs e demarcar e homologar as terras indígenas.
- Fomentar o planejamento territorial do bioma.

III - Fomento a atividades produtivas sustentáveis

- Fomentar a plantação de florestas energéticas, como meio de reduzir a pressão sobre a vegetação nativa do Cerrado para a produção de carvão vegetal (a ser alcançado em sinergia com o Plano Setorial da Siderurgia – carvão vegetal).
- Fomentar o manejo florestal de espécies nativas e ampliar o plantio de florestas para fins produtivos (a ser alcançado em sinergia com o Plano Setorial da Agricultura).
- Aumentar a produtividade das áreas subutilizadas, degradadas e abandonadas, evitando a abertura de novas áreas (a ser alcançado em sinergia com o Plano Setorial da Agricultura).
- Ampliar e qualificar a assistência técnica e extensão rural em modelos de produção sustentáveis.
- Estimular a comercialização e o consumo de produtos da sociobiodiversidade.
- Recuperar áreas degradadas, contando inclusive com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto.

Monitoramento da Amazônia por Satélite

O Inpe monitora a cobertura florestal da Amazônia por satélites e conta com dois principais sistemas operacionais: Prodes e Deter. Esses sistemas são complementares e foram concebidos para atender diferentes objetivos.

Projeto Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (Prodes)

O Prodes permite a medição, por meio de imagens dos satélites Landsat, das taxas anuais de corte raso para os períodos de agosto do ano anterior a julho do ano corrente, desde 1988, considerando desmatamentos com áreas superiores a 6,25 hectares.

Entre agosto de 2009 e julho de 2010, registrou-se a menor área desmatada na Amazônia Legal dos últimos 23 anos, desde a inspeção via satélite em 1988.

Observa-se um forte decréscimo na taxa anual, a partir de 2005, passando de 27.000 km²/ano para 11.000 km²/ano, em média, em 6 anos.

Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter)

O Deter, desenvolvido pelo Inpe em 2004, utiliza dados do sensor Modis do satélite Terra/Aqua e do Sensor WFI do satélite CBERS para divulgar mensalmente um mapa de alertas para áreas com mais de 25 hectares, que indica tanto as totalmente desmatadas (corte raso) como aquelas em processo de desmatamento por degradação florestal progressiva.

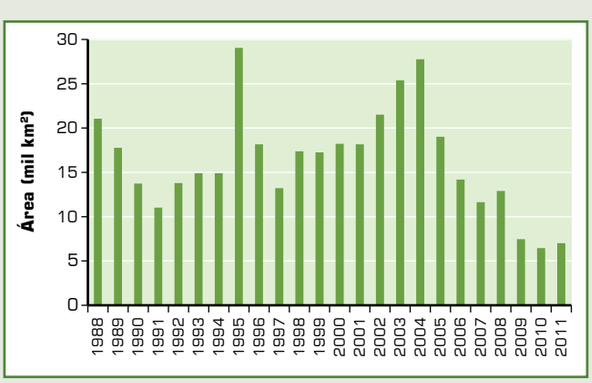


Figura A Desmatamento da Amazônia Legal (Prodes).
Fonte: Inpe (2011a)

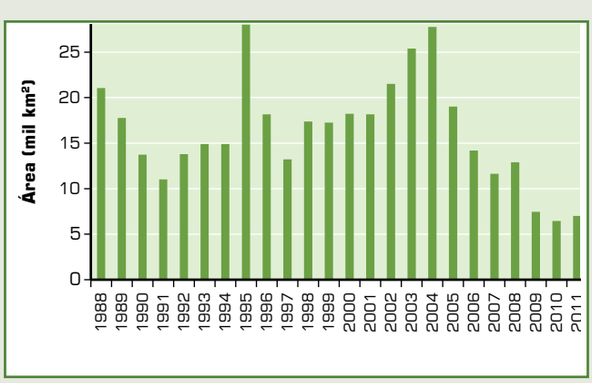


Figura B Taxa média mensal de desmatamento da Amazônia brasileira (Deter), entre maio de 2004 e outubro de 2011.
Fonte: Inpe (2011b)

5.6.3 Queimadas e Incêndios Florestais

Os incêndios florestais, considerados uma das principais causas de poluição, perda e transformação de hábitats no Brasil, estão entre os eventos mais danosos ao ambiente. Apesar de o fogo ser considerado um instrumento tradicional de manejo agropastoril, usado na preparação do terreno para novas culturas, limpeza de áreas após a extração madeireira e renovação de pastagens, seu uso em forma de queimadas, sem controle e orientação, pode gerar grandes incêndios.

As consequências desses incêndios são: degradação físico-química e biológica do solo, alteração da biodiversidade, erosão do solo, diminuição da qualidade do ar (poluição), danos ao patrimônio público e privado, mudança na dinâmica dos ecossistemas, alteração de regimes hidrológicos, danos às nascentes de rios, entre outros. Queimadas e incêndios florestais também liberam quantidade considerável de carbono para a atmosfera, agravando o quadro de aquecimento global pela emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas.

5.6.3.1 Monitoramento e Controle

Atualmente, as tecnologias de sensoriamento remoto existentes utilizadas pelo Inpe permitem uma indicação de quanto e onde existe queima no País, por meio dos registros dos focos de calor (alta emissão de energia detectada por satélites na superfície da Terra).[1]

Os focos de calor não são considerados como provas de queima irregular, mas são importantes para indicar a localização e a data de quando ocorreram queimadas e incêndios florestais. Porém, essa informação não faz a diferenciação entre os dois tipos de eventos de fogo e não fornecem detalhes como área queimada, duração da queima e provável causa. Essas informações somente são obtidas por equipes de campo, responsáveis pelo combate ao fogo, geralmente brigadistas ou militares do Corpo de Bombeiros. As informações são repassadas para relatórios de Registros de Ocorrência de Incêndios Florestais (ROIs). Desde 2008, o Ibama disponibiliza o Sistema Nacional de Informações sobre Fogo (Sisfogo), que permite o livre acesso a informações sobre os incêndios florestais registrados nos ROIs, pelas brigadas instaladas em municípios e em UCs. Apesar de relativamente recente, o sistema já conta com todos os registros de UCs, arquivados em papel desde 1979, bem como os registros de brigadas em municípios desde 2008.

Observando os dados de municípios, a partir de 2008, nota-se forte incremento anual no número de registros, refletindo tanto o aumento anual de brigadas de incêndio do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) do Ibama nos municípios (31 em 2008, 63 em 2009 e 86 em 2010) como a paulatina adesão a essa plataforma *on-line* de inserção de registros. Ou seja, não necessariamente houve aumento do número de incêndios, mas, sim, a melhoria da qualidade da informação. A Figura 5.24 indica, por ano, o número de ROIs para UCs federais e em municípios, e a Figura 5.25 apresenta o número de focos de calor no período de 2008 a 2010.

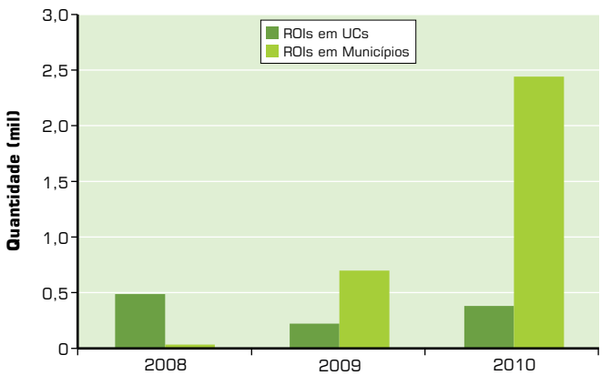


Figura 5.24 Número de registros de ocorrência de incêndios (ROI), por ano, em UCs federais e em municípios brasileiros.

Fonte: Ibama

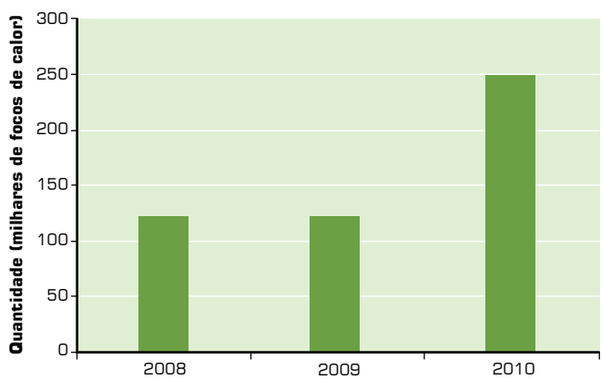


Figura 5.25 Número de focos de calor no Brasil entre os anos de 2008 e 2010.

Fonte: Ibama

O número de ocorrências demonstra grande correlação com a dinâmica do clima em cada ano: anos de estiagem mais prolongada e/ou intensa tendem a apresentar maior contagem de focos de calor.

Observa-se na Figura 5.26 que as maiores contagens foram identificadas nos anos de 2004, 2005, 2007 e 2010 e os menores nos anos de 2006 e 2009, considerados anos chuvosos.

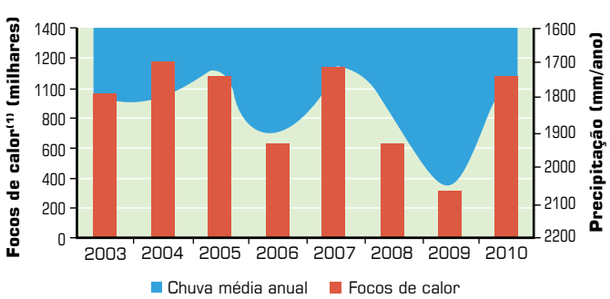


Figura 5.26 Relação entre o número de focos de calor e a média de precipitação anual.

Fonte: Prevfogo/Adaptado de Ramos, Nascimento e Oliveira (2011), com dados de Inpe (2010).

(1) A quantidade de focos de calor nesse gráfico representa a soma dos focos de todos os satélites disponíveis. Nos demais gráficos de focos de calor, foram utilizados somente os dados do satélite de referência.

[1] A localização dos focos de calor é disponibilizada várias vezes ao dia no *site* BDQueimadas (http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas), plataforma *on-line* que permite a consulta pública de qualquer região do País e em qualquer data, a partir do ano de 1999, e em datas de 1992 a 1998 entre 01/06 e 30/10.

Os estados do Pará e de Mato Grosso são os primeiros no *ranking* de focos de calor, com eventual alternância de posições (Figura 5.27). Essas são unidades federativas que apresentam extensas áreas de expansão da fronteira agrícola, atividade ainda muito dependente do uso do fogo. Além disso, na Região Norte estão concentradas grandes áreas protegidas, em terras indígenas e em UCs, e muitas delas apresentam litígio quanto a sua condição fundiária, o que favorece a ocorrência de ações criminosas como o uso ilegal do fogo para caça, cultivo ou pastoreio. Na Figura 5.28, verifica-se que os biomas Cerrado e Amazônia são os que apresentaram maior número de focos de calor no período de 2005 a 2010, pelo fato de serem áreas de expansão da fronteira agrícola.

Os meses de agosto a novembro são considerados os mais críticos, como demonstrado na Figura 5.29, pois é o período no qual se intensificam as ações de combate a incêndios florestais por parte das brigadas e bombeiros. Os dados de número de focos de calor apresentados nas Figuras 5.27, 5.28 e 5.29 utilizaram como base as informações do satélite de referência (NOAA 12 Noite e Aqua UMD Tarde).

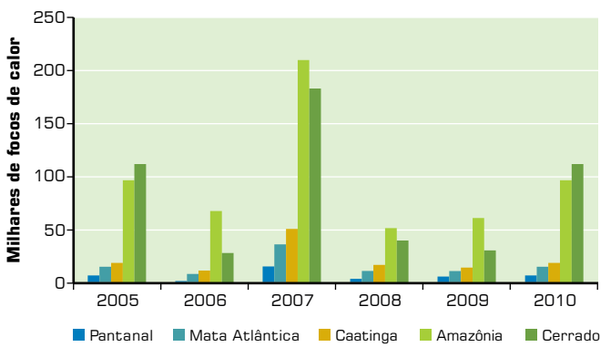


Figura 5.28 Número de focos de calor por bioma brasileiro.
Fonte: Ibama

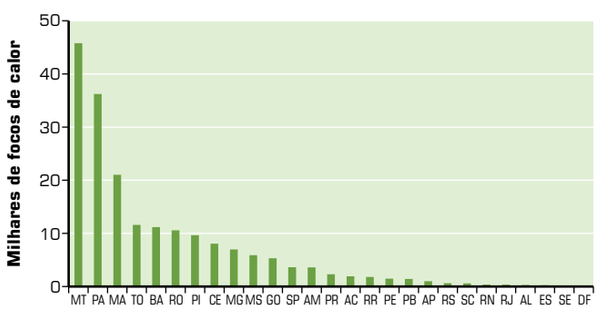


Figura 5.27 Média de focos de calor por Estado entre os anos de 2000 e 2010.
Fonte: Ibama

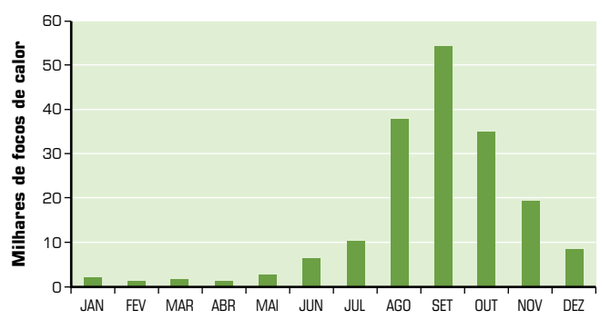


Figura 5.29 Média de focos de calor mensal entre os anos de 2000 e 2010.
Fonte: Ibama

Ações Governamentais de Combate ao Fogo: o Caso do Estado do Acre

Apesar de o Estado do Acre apresentar acentuada taxa de crescimento econômico nos últimos anos, o que pode pressionar as taxas de desmatamento e queimadas, o Governo mantém-se atento e atuante na mitigação desses impactos, com políticas recentes como a Política de Valorização do Ativo Ambiental Florestal (PVAAF), o Proacre e a Comissão de Gestão de Riscos Ambientais.

Relatório do Inpe confirma períodos de secas intensas na Amazônia, principalmente nos anos de 2005 e 2010, resultantes das mudanças climáticas (MARENGO, 2011). Os dados de queimadas e incêndios descontrolados no Acre confirmam essas secas, com picos em 2005 e 2010. Em 2005, foram registrados 22.948 focos de calor e 1,0 milhão de hectares queimaram, dos quais 400 mil eram de florestas. Em agosto de 2010, o Governo Estadual decretou estado de alerta, pelo aumento de focos de calor da ordem de 587% em relação a 2009 (FERREIRA, 2010). Metade desses focos ocorreu em áreas de florestas, caracterizando como incêndios descontrolados ou de controle parcial. Foram detectados 8.772 focos de calor (ACRE, 2011a) e 350 mil hectares foram queimados. Porém, esse número pode ser ainda maior, uma vez que áreas pequenas não são detectadas e a ocorrência de nuvens dificulta a leitura.

Além das ocorrências de queimadas e incêndios, o Acre possui 12,3% de sua área total desmatada, o que corresponde a 2,02 milhões de hectares. O incremento do desmatamento anual é de 0,17%, significando, aproximadamente, 27.300 hectares/ano [dados de 2010 (ACRE, 2011b)]. A média da taxa de incremento anual de desmatamento nos últimos 23 anos é de 0,36%.

Diante dessa situação de queimadas, incêndios e desmatamentos, foi implementado o PVAAF, com diversas ações coordenadas em diferentes secretarias de Governo, de modo a inserir as áreas rurais no processo de licenciamento ambiental (LAR), exigindo, gradualmente, a eliminação do uso do fogo e a recuperação de APPs e de RLs. Em 2010, 2.500 famílias iniciaram o LAR, cerca de 8% das famílias rurais do estado. Destas, apenas 155 (6,2%) famílias que ocupam até quatro módulos rurais (propriedade de até 400 hectares) obtiveram êxito na conclusão do LAR, com destaque para os municípios de Rio Branco, Porto Acre e Plácido de Castro. Ainda em 2010, 16 propriedades de mais de 400 hectares obtiveram o LAR, 13 polos agroflorestais e 1 projeto de assentamento.

Para eliminar o uso do fogo, cultura arraigada como necessária pelos moradores e usuários das áreas rurais da Amazônia, o estado propôs a conversão de sistemas convencionais para Sistemas Agroflorestais (SAFs) e a recuperação de áreas abertas com o plantio de leguminosas, especialmente a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). Para isso, é necessário um fortalecimento das ações de Assistência Técnica e Extensão Rural. Porém, com as políticas estaduais de contenção do desmatamento, houve visível queda em 2006 e decresceu ainda mais em 2009.

Além dessas ações, o Governo do Estado do Acre criou a Comissão de Gestão de Riscos Ambientais (Decreto nº 3.415/2008). A Comissão, chefiada pela Secretaria de Meio Ambiente, conta com 25 instituições governamentais e da sociedade civil organizada, com destaque para os órgãos ambientais, Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil. Numa Unidade de Situação de Eventos Extremos, o Corpo de Bombeiros acompanha durante 24 horas a ocorrência de fogo no estado nas épocas de seca. Outra medida tomada pela Justiça Federal no Acre foi a proibição de qualquer autorização (licenciamento) para o uso do fogo, a partir de 2012, no Vale do Acre e, a partir de 2013 no Vale do Juruá. Assim, até 2013, qualquer uso de fogo no Acre será considerado crime ambiental. A medida tem gerado polêmica, pois deveria ser acompanhada de alternativas para a implementação de outros sistemas. Em 2010, foram autorizados no Acre 496 pedidos de desmate e queima, sendo 598 hectares de mata primária e 975 hectares de área aberta (total de 1.573 hectares).

5.6.3.2 Causas dos Incêndios e Medidas Mitigadoras

A ocorrência de incêndios florestais está intimamente relacionada a ações antrópicas e a fatores meteorológicos predominantes em cada região. Notadamente, no que se refere às atividades humanas, dados de ROIs, disponíveis no Sisfogo, mostram que, em 2010, 46% dos incêndios em municípios com causas identificadas e registradas no sistema associam-se à agricultura e à pecuária (AVELINO, 2010). As condições secas do clima aumentam a susceptibilidade à queima, porém, quem os deflagra são as pessoas. Os dados do Sisfogo confirmam, ainda, que nos anos de 2009 e 2010, do universo de 2.934 registros em municípios, menos de 1% é causado por descargas elétricas de raios – única causa reconhecida como natural no País pelo Prevfogo/Ibama. Ao serem considerados os registros de UCs, no mesmo período registrou-se menos de 3% de um universo de 604. Assim, pode-se dizer que mais de 90% dos incêndios são provocados pelo homem e que as condições atmosféricas favorecem sua ocorrência, mas as principais causas são econômicas e culturais.

O sucesso do enfrentamento dos incêndios florestais nas UCs federais, terras indígenas e municípios críticos está diretamente ligado a uma maior capacidade de resposta local, que reduza o tempo do primeiro ataque e impeça que tome grandes proporções. Nesse sentido, tanto o Instituto Chico Mendes como o Ibama aumentaram, gradativamente, a quantidade de brigadistas temporários, para atingir a meta de 2.000 a 2.500 em 2015. A Fundação Nacional do Índio (Funai) passou a fazer parte desse cenário em 2010 e, gradativamente, busca formar uma cultura de prevenção e combate aos incêndios florestais nas terras indígenas.

As ações de prevenção envolvem todas aquelas voltadas à redução do uso do fogo no meio rural e à redução de incêndios florestais. São várias as técnicas alternativas ao uso do fogo, que melhoram a qualidade e durabilidade das pastagens e do solo e também a qualidade dos produtos cultivados.

Dessa forma, é fundamental estruturar os órgãos governamentais envolvidos nessa temática, a fim de garantir a eficiência de atuação e aumentar ainda mais a capacidade de resposta, a infraestrutura e o efetivo disponível, por meio do estabelecimento de parcerias e acordos de cooperação interinstitucionais e interministeriais. Isso fortalecerá os programas de redução e substituição do fogo nas áreas rurais e florestais, bem como seu enraizamento nos estados por meio da implantação de programas interagências estaduais. Com esse intuito, o Governo federal lançou, em 8/12/2009, o Programa Nacional de Redução e Substituição do Fogo nas Áreas Rurais (Pronafogo), coordenado pelo MMA, que prevê ações integradas com órgãos ministeriais e com os corpos de bombeiros militares para reduzir as emissões de CO_2 geradas pelas queimadas, promovendo a identificação e a divulgação de práticas agrícolas alternativas ao uso do fogo.

5.7 Recuperação da Cobertura Florestal

5.7.1 Recuperação das Áreas Degradadas

É possível, em âmbito nacional, investigar as tendências dos principais eventos de recuperação ocorridos nas últimas duas décadas. Sem dúvida, a Conferência ECO-92 acelerou o desenvolvimento da recuperação ambiental no Brasil. Contudo, essa história havia começado bem antes, com dois reflorestamentos inéditos: um no século XIX e outro no meio do século XX, ambos usando espécies autóctones. O primeiro, datado de 1861, foi a revegetação da Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, realizada em terreno desapropriado por lei. Isso devido ao Governo carioca estar preocupado com a degradação das nascentes da água da cidade (GUANABARA, 1966). O segundo iniciou em 1955, na propriedade privada de uma usina açucareira no interior de São Paulo, quando se propôs a recuperação de uma mata ciliar que, antes de ser devastada por madeireiros, possuía uma bela cachoeira protegida (NOGUEIRA, 1977). As duas experiências renderam resultados expressivos que continuam como testemunhos válidos até hoje. Apesar do seu pioneirismo, figuram como eventos isolados, pois praticamente não se detectaram novos projetos no País, por muito tempo.

Outro importante precursor da ECO-92, em termos de recuperação, foi a promulgação, em 1988, da nova Constituição do Brasil, com a exigência da recuperação de áreas alteradas por atividades minerárias. Em decorrência dos impactos negativos oriundos das minas de superfície, programas de recuperação iniciaram-se no setor mineral durante os anos de 1970. Os primeiros foram geograficamente dispersos: em São Mateus do Sul, Paraná; na região metropolitana de Belo Horizonte e em Poços de Caldas, Minas Gerais; e em Porto Trombetas e Carajás no Pará.


Jailton Dias

Todavia, o pioneirismo das grandes empresas de mineração não tem sido assimilado pelos garimpeiros brasileiros, cujas pequenas operações continuam até hoje, na grande maioria, causando impactos negativos significativos ao meio ambiente. Um dos movimentos que mais ganharam força a partir da década de 1980 foi o da recuperação de matas ciliares. Os projetos iniciais localizaram-se principalmente nas regiões Sudeste e Sul, que são dotadas de hidrelétricas. O Estado de São Paulo foi especialmente pioneiro porque combinou as ações de dois institutos, o Florestal e o Botânico, uma empresa energética estadual, a Companhia Energética de São Paulo (Cesp) e o Governo do Estado, principalmente por meio das suas ações legislativas, entre outros. A partir do início deste século, os conservacionistas perceberam que não poderiam restringir-se em recuperar apenas matas ciliares, pois havia outras necessidades para reflorestamento heterogêneo, que somente ganhou força a partir de recente legislação estadual paulista. O uso de espécies exóticas, tão defendido outrora por alguns especialistas em reflorestamento, foi substituído pelo enfoque atual nas espécies nativas.

O País, entretanto, ainda tem grandes desafios pela frente para se manter no caminho da sustentabilidade. É especialmente necessária maior consolidação interna desse movimento e acredita-se que isso seja possível tanto no nível interno quanto no externo se os grupos brasileiros aderirem ao paradigma da recuperação mais crescente internacionalmente – a Restauração Ecológica.

Cenários da Qualidade do Ar e Seus Impactos na Saúde Humana na Amazônia Legal

O processo das queimadas em toda a região da Amazônia Legal resulta em emissões significativas de partículas de aerossóis para a atmosfera com efeitos diretos e indiretos no clima, na estrutura e na dinâmica de funcionamento do ecossistema amazônico (NOBRE, 2002; ARTAXO et al., 2006); gera efeitos à saúde das populações expostas, principalmente em relação aos grupos mais vulneráveis como as crianças menores de 5 anos e os idosos (IGNOTTI et al., 2010; CARMO et al., 2010; RODRIGUES et al., 2010; SILVA et al., 2009).

As queimadas emitem gases precursores do ozônio, elevando as concentrações na superfície, comprometendo a saúde das populações nas áreas de influência das queimadas, assim como na manutenção da floresta não queimada, uma vez que o ozônio é fitotóxico e possui grande capacidade de dispersão e transporte para áreas remotas, atingindo populações indiretamente expostas, a milhares de quilômetros de distância (BULBOVAS et al., 2007).

As alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem aumentar os efeitos das doenças respiratórias, assim como alterar as condições de exposição aos poluentes atmosféricos. Isso se verifica em relação à asma, alergias, infecções bronco-pulmonares e infecções das vias aéreas superiores, principalmente nos grupos mais suscetíveis.

Diferentemente do que é observado em ambientes urbanos, em que a poluição atmosférica é caracterizada por uma exposição crônica, as queimadas na Amazônia representam uma exposição de elevada magnitude por um período médio anual de 3 a 5 meses, associadas a baixos índices pluviométricos. Estudos epidemiológicos realizados no Brasil evidenciam um incremento de risco associado ao material particulado fino ($PM_{2,5}$) e às doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como o aumento da mortalidade geral e específica (CARMO et al., 2010; IGNOTTI et al., 2010; SILVA et al., 2010). Segundo a Organização Mundial de Saúde, 50% das doenças respiratórias crônicas e 60% das doenças respiratórias agudas estão associadas à exposição a poluentes atmosféricos.

Em 2010, durante a seca, os níveis de $PM_{2,5}$ (partículas com tamanho aerodinâmico menor que 2,5 μm) atingiram picos de 450 $\mu g/m^3$ na região ocidental da Amazônia brasileira (INPE, 2010). As partículas finas e, em especial, as ultrafinas do material particulado, são capazes de atingir as regiões mais profundas do sistema respiratório, desencadeando processos inflamatórios no interstício pulmonar (NEL, 2005). A deposição dessas partículas, ao transpor a barreira do epitélio alveolar, induz à liberação de mediadores químicos que levam a respostas locais (hipoventilação, obstrução, inflamação e infecção pulmonares) e sistêmicas, devido ao transporte desses mediadores pela circulação, agindo, inclusive, diretamente nas células cardíacas (LIU et al., 2009).

A Figura A apresenta a distribuição espacial de internações por asma para menores de 5 anos e maiores de 65 anos para os Estados compreendidos na região do Arco do Desmatamento para o período de 2000 a 2007. Rondônia e Maranhão apresentaram as maiores taxas de hospitalização por asma no Arco do Desmatamento: 4,9 e 3,8 por 1.000, respectivamente.

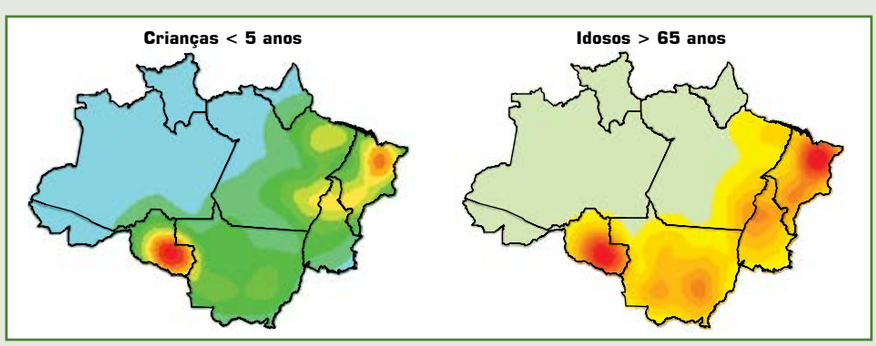


Figura A
Taxa de internações por asma em crianças menores de 5 anos e adultos maiores de 65 anos na região do Arco do Desmatamento no período de 2000 a 2007.
Fonte: Rodrigues et al. (2010)

O Estado de Rondônia apresentou, aproximadamente, o dobro de internações em relação aos outros Estados da Amazônia com variação de 11‰, em 2002, a 13,5‰ em 2006 nas taxas padronizadas. No período seco verificou-se até o triplo de internações se comparado ao período de chuvas, com taxas mais elevadas em Rondônia (5,8‰) e Mato Grosso (3,3‰). As internações por asma em idosos apresentam tendência decrescente ao longo do período estudado, com importante variação sazonal com predominância da asma durante o período seco.

Os estudos também mostram o incremento das taxas de mortalidade de idosos com mais de 60 anos por doenças respiratórias e cardiovasculares. Esse quadro agrava-se no período da seca, quando os níveis de material particulado fino ($PM_{2,5}$), capaz de penetrar profundamente nos pulmões, permanecem acima do limite estabelecido como níveis médios diários aceitáveis pela OMS, de 35 $\mu g/m^3$.

A Figura B apresenta a taxa de mortalidade por doenças respiratórias por 100 mil habitantes para os estados da Amazônia Legal. Observa-se que os Estados do Acre, Mato Grosso, Rondônia e Pará apresentam as maiores taxas de mortalidade. A pneumonia lidera o ranking com as maiores taxas de mortalidade nos Estados de Mato Grosso e Acre, acima das regiões Sul e Sudeste.

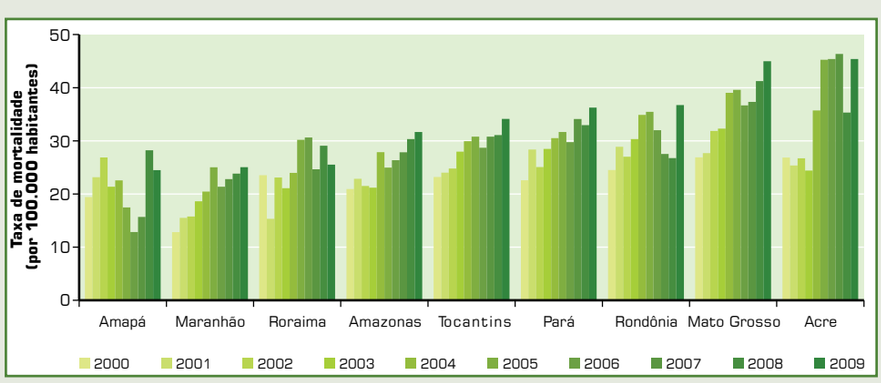


Figura B
Taxa de mortalidade por doenças do aparelho respiratório. Estados da Amazônia Legal. Período 2000 a 2009. Taxa por 100.000 habitantes. População-padrão de 2010.
Fonte: Adaptado de Datasus (<http://www.datasus.gov.br>; acesso em 18 nov. 2011)

5.7.2 Regularização Ambiental de Propriedades Rurais

O modelo de ocupação do solo, embora tenha notabilizado o País como potência agrícola no cenário internacional, não oferece segurança necessária para a conservação de seus recursos naturais. Apesar dos avanços logrados com o arcabouço legal que trata da proteção ambiental, os padrões de produção estabelecidos pelo setor agropecuário parecem incompatíveis com as exigências estabelecidas pelo marco legal regulatório.

Com dados na ordem de 5 milhões de propriedades no País e um passivo ambiental diagnosticado de 83 milhões de hectares de APPs ocupadas irregularmente (SBPC, 2011), é premente a necessidade de modelos de uso da terra que levem em conta o processo produtivo e a conservação dos ecossistemas, visando garantir a continuidade das mais diversas atividades desempenhadas pelo produtor rural, sem negligenciar o uso racional, sustentável e permanente dos recursos naturais.

As propriedades e posses rurais deveriam, para sua regularização ambiental, possuir cadastro com identificação do imóvel e dados sobre a destinação do solo. Isso permitiria uma visualização conjunta e ampla dos dados, possibilitando uma definição mais eficaz das ações e o planejamento da paisagem. Entretanto, esse dados de uso, quando existentes, não estão sistematizados ou disponibilizados de forma agrupada.

Atualmente, o Governo federal utiliza dois instrumentos que podem auxiliar na sistematização de dados sobre o uso do solo: o Ato Declaratório Ambiental (ADA) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais (CTF), ambos gerenciados pelo Ibama.

O ADA é um instrumento legal que envolve, além das ações de comando e controle, medidas de estímulo para preservação e conservação dos recursos naturais e permite uma redução do ITR, em até 100%, para o produtor que possuir e manter áreas efetivamente protegidas em seu imóvel rural. As áreas não tributáveis são: APP, RL, RPPN, Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie), área em servidão florestal ou ambiental, área coberta por florestas nativas e área alagada para fins de constituição de reservatórios de usinas hidrelétricas.

Até o ano de 2009, havia 720.392 imóveis rurais declarados no ADA se beneficiando de uma alíquota menor do imposto e contribuindo para a conservação dos recursos naturais (Figura 5.30).

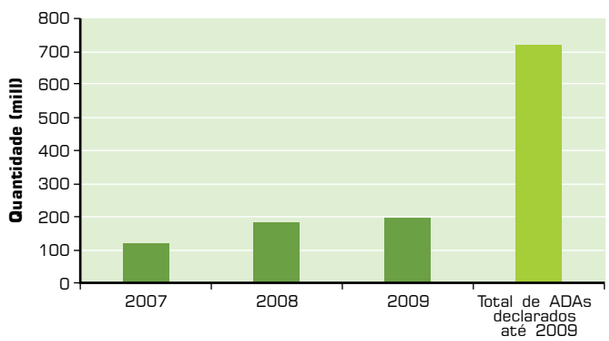


Figura 5.30 Número total de ADAs declarados até 2009.

Fonte: Ibama

O CTF é o registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e da flora. As atividades desenvolvidas nos imóveis rurais são passíveis de cadastro nas categorias uso de recursos naturais e/ou serviços de utilidade, onde estão contidas atividades do tipo mantenedor de área protegida e de RPPN, recuperação de áreas contaminadas ou degradadas e atividade agrícola e pecuária. A Tabela 5.18 apresenta a quantidade de registros existentes no CTF para cada uma das atividades listadas.

Tabela 5.18 Cadastro Técnico Federal de atividades desenvolvidas em imóveis rurais.

Quantidade de registros existentes no CTF por categoria e atividade	
Uso de recursos naturais/atividade agrícola e pecuária	116.424
Uso de recursos naturais/mantenedor de área protegida	59
Uso de recursos naturais/mantenedor de RPPN	9.667
Serviços de utilidade/recuperação de áreas contaminadas ou degradadas	951

Fonte: Ibama (atualização até 2011)

Tanto o CTF quanto o ADA atendem adequadamente às suas demandas específicas, nos termos da política ambiental, como instrumentos de controle e de incentivo, respectivamente, ao uso sustentável dos recursos naturais no imóvel rural. Nesse contexto, ações governamentais integradas de apoio ao enfrentamento de problemas ambientais são importantes para atingir excelência ambiental na condução das atividades agrossilvipastoris.

O Governo brasileiro, ao se deparar com uma realidade de uso desordenado do território, que, consequentemente, se alia a algum nível de irregularidade ambiental em função do desenvolvimento das atividades rurais, efetiva suas ações de comando e controle.

Os esforços nas áreas de monitoramento da cobertura florestal em tempo real têm alcançado notável resultado na redução dos índices de desmatamento ilegal, a exemplo do Prodes que, conforme publicação do Inpe, indica uma taxa estimada de desmatamento, para o período de agosto de 2010 a julho de 2011, com redução de 11% em relação ao mesmo período em 2009-2010 (INPE, 2011a).

Os bons resultados obtidos não afastam a necessidade de atuação em outras frentes como na identificação de ações realizadas nas áreas de desmatamento irregular, de forma a diagnosticar a atividade inicial, que é a motivadora da supressão de vegetação em novas áreas. Paralelamente, deveria buscar formas de recuperação/recomposição dessas áreas e compatibilizar as atividades agropecuárias com as exigências e restrições impostas pelas leis ambientais, de forma a alcançar a regularidade ambiental.

Recentemente, o Projeto Terra Class (INPE, 2011c) utilizou dados do Prodes para realizar um mapeamento de uso do solo na Amazônia Legal e identificou a existência de uma área de 3.214.300,37 km² de cobertura florestal, com 707.752,35 km² de desflorestamento acumulado até o ano de 2007, e uma extensão desse desmatamento de 11.458,64 km² para o ano de 2008. Para o acumulado de área desflorestada até

2007, os dados indicam que aproximadamente 62% são devido à atividade pecuária, envolvendo as seguintes categorias: pasto limpo (46,7%); pasto sujo (8,7%) e regeneração com pasto (6,7%), enquanto a agricultura anual ocupa apenas 4,9%. Os dados apresentados representam um avanço no diagnóstico de ocupação do solo e fornece importantes elementos para a tomada de decisão quanto às medidas de recuperação/recomposição de áreas de vegetação irregularmente suprimidas para o desenvolvimento das atividades em questão.

Como resposta à necessidade de estruturação de uma política de regularização ambiental de imóveis rurais, o Governo federal está implementando o Programa Mais Ambiente para promover e apoiar a regularização ambiental de imóveis, por meio do desenvolvimento de atividades que visem atender ao disposto na legislação ambiental e, de forma prioritária, à manutenção e recuperação de APP e RL.

O programa de apoio à regularização ambiental de imóveis rurais incorpora o CAR, já utilizado por governos estaduais e municipais, e se constitui em um sistema eletrônico de identificação georreferenciada da propriedade ou posse rural, por meio do qual será possível alimentar um banco de dados nacional. O objetivo é identificar cada porção do território e vinculá-la ao seu responsável legal, sendo possível ainda conhecer e acompanhar a evolução dos ativos florestais de cada imóvel como remanescentes de vegetação nativa, APP e RL.



Bruno Abe Saber

Mecanismos de apoio e incentivos como, por exemplo, o PSA e a compensação financeira por medidas de recuperação e conservação ambiental também são previstos visando estimular a adoção de tecnologias e boas práticas agropecuárias, com a redução de impactos ambientais, como formas de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável.

A regularização ambiental dos imóveis rurais apresenta-se como política pública de grande efetividade diante dos desafios ambientais, reunindo diversos mecanismos de estímulo e também de acompanhamento e controle.

5.8 Reposição Florestal

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, no art. 31, parágrafo 1º, obriga a reposição florestal às pessoas físicas ou jurídicas que utilizam matéria-prima florestal oriunda de supressão de vegetação nativa ou que detenham autorização para supressão de vegetação nativa.

A Tabela 5.19 apresenta os dados de extração de madeira e de reposição florestal ocorridos no Brasil no período de 2007 a 2010. Para análise da extração de madeira em vegetação natural utilizou-se os dados do IBGE, Inpe e Ibama.

O IBGE realiza um levantamento anual do volume de madeira extraído de vegetação nativa por município, enquanto o Inpe é responsável pelo monitoramento anual da área desmatada na Amazônia Legal, por meio da análise de imagens de satélite. Essa área foi relacionada ao volume extraído, para permitir a comparação com os dados de volume publicados pelos demais órgãos.

O Ibama, por sua vez, possui um sistema de controle da licença obrigatória para o transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa, que contém as informações sobre o volume e a procedência desses produtos e subprodutos (Sistema DOF), instituído pela Portaria MMA nº 253, de 18 de agosto de 2006, e regulamentado pela Instrução Normativa Ibama nº 112/2006.

Tabela 5.19 Comparação entre o volume extraído das florestas naturais, de acordo com diferentes órgãos do Governo, e o total de reposição florestal efetuado, segundo o sistema do Ibama.

Ano	Volume total de madeira extraído de florestas naturais (m^3)[1] (IBGE)	Volume comercial desmatado na Amazônia Legal (m^3)[2] (Inpe)	Volume autorizado para desmate (m^3)[3] (Ibama)	Volume de reposição (m^3) (Ibama)	Percentual de reposição florestal com relação ao volume autorizado para desmate (%)[4] (Ibama)
2007	80.542.000	63.847.480	14.793.437	2.503.975	17
2008	74.020.198	71.026.280	29.157.624	3.883.294	13
2009	69.805.986	40.902.720	14.408.271	2.522.194	18
2010	62.889.302	38.360.000	24.995.210	1.473.325	6

Fonte: Ibama

(1) Para transformar toneladas de carvão vegetal em metro cúbico de carvão (mdc), empregou-se o fator de conversão 253 kg/mdc, e depois multiplicou-se por 2 para obter o volume em metros cúbicos de madeira.

(2) Para transformar a área desmatada detectada pelo Inpe, a cada ano, em volume comercial desmatado na Amazônia Legal, multiplicou-se pelo índice de conversão 54,80 m^3/ha, obtido de publicações científicas e informações de campo dos profissionais do Ibama.

(3) O volume autorizado para desmate representa o volume comercializado legalmente por ano, obtido no Sistema DOF. Os dados dos Estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia foram fornecidos pelos sistemas estaduais, e os do Estado de Minas Gerais não foram fornecidos.

(4) O percentual de reposição florestal apresentado corresponde à relação entre o volume autorizado para desmate e a reposição florestal executada.

A diferença observada na Tabela 5.19 entre os dados do IBGE e do Inpe devem-se às distintas escalas de análise. Os dados do IBGE referem-se a todo o território nacional e os do Inpe apenas à Amazônia Legal. Comparando esses dois dados, observa-se que o desmatamento na área da Amazônia Legal representou 79,27% do total do País em 2007, 95,95% em 2008, 58,59% em 2009 e 60,99% em 2010.

O Sistema DOF/Ibama apresenta um volume médio autorizado para desmate, nos últimos 4 anos, de aproximadamente 20,8 milhões de m³. Comparando com a média dos dados do Inpe (53,5 milhões de m³) e do IBGE (71,8 milhões de m³) nesse mesmo período, observa-se cerca de 39% do volume estimado para a Amazônia Legal. A partir dos dados do Inpe e 29% do volume apresentado pelo IBGE, para todo o Brasil, percebe-se a legalidade da extração de produtos e subprodutos florestais nas respectivas áreas de análise.

Utilizando a média aritmética dos volumes consumidos no período e dividindo esse resultado pelo valor de 150 m³/ha (Instrução Normativa nº 06/06 do MMA), estima-se a área de plantio necessária para dar sustentabilidade às indústrias consumidoras no Brasil. Assim, os dados do IBGE indicam a necessidade de plantio de uma área de 478.762 hectares anuais, os dados do Inpe uma área de plantio de 356.894 hectares anuais e os dados do Ibama uma área de plantio de 138.924 hectares anuais. Vale salientar que é necessário aprofundar os estudos para se chegar a uma área mais precisa.

A reposição florestal, no período de 2007 a 2010, atingiu percentual médio de 13,41% de replantios, nos últimos 4 anos, quando o desejável seria atingir 100,00%. Salienta-se que esse percentual é computado sobre o volume legal indicado pelos dados do Ibama como o volume autorizado para desmate. Comparando graficamente a reposição florestal executada com a exploração dos produtos e subprodutos florestais, fica mais visível a discrepância entre esses valores. O Inpe e o IBGE apresentam dados em linhas decrescentes, mas que mostram certa relação.

A Figura 5.31 demonstra que a reposição florestal no Brasil não acompanha as demais políticas de controle do desmatamento e da sustentabilidade dos sistemas, ficando praticamente inerte no período analisado.

De fato, o atual percentual de reposição florestal não atende aos anseios da sociedade para a sustentabilidade dos sistemas industriais e das propriedades rurais.

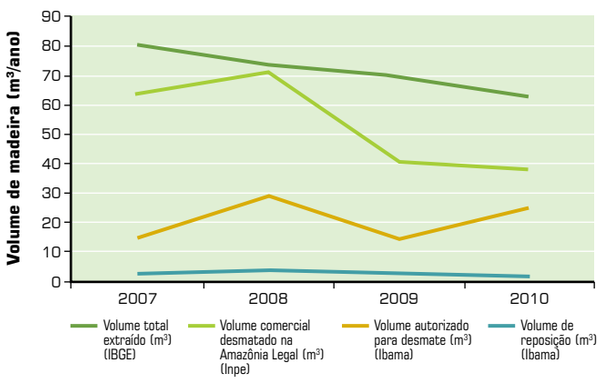


Figura 5.31 Comparação entre os volumes total de madeira extraído, por ano, de acordo com diferentes fontes e o volume de reposição florestal.

Fonte: Ibama (2011b)

Referências

ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). **Anuário estatístico da ABRAF 2011, ano-base 2010**. Brasília, 2011. 130 p.

ACRE (Estado). **Acre em números, 2011**. Rio Branco, 2011a.

_____. Comissão de Gestão de Riscos Ambientais (CGRA). **Plano integrado de prevenção, controle e combate às queimadas e aos incêndios florestais do Estado do Acre**. Rio Branco, jul. 2011b.

ADEODATO, S.; MONZONI, M.; BETIOL, L. S.; VILLELA, M. **Madeira de ponta a ponta: o caminho desde a floresta até o consumo**. São Paulo: FGV, 2011. 128 p.

ARTAXO, P.; OLIVEIRA, P. H.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M.; RIZZO, L. V. JUNIOR, C. P.; PAIXÃO, M. A.; LONGO, K. M.; FREITAS, S.; CORREIA, A. L. Efeitos climáticos de partículas de aerossóis biogênicos e emitidos em queimadas na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 21, n. 3, p. 1-22, 2006.

AVELINO, A. S. Brigadas do Prevfogo: avaliação dos incêndios florestais de 2010. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS, 5, 2010. **Pôster...** Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/portalbio>. Acesso em: 26 set. 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n° 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional, ano-base 2009**. Rio de Janeiro: Empresa de pesquisa energética, 2010. 276 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SFB). **Cadastro nacional de unidades de conservação (Cnuc)**. 2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/cadastro_uc>. Acesso em: 30 set. 2011.

BULBOVAS, P.; SOUZA, S. R. de; MORAES, R. M. de; LUIZÃO, F.; ARTAXO, P. Plântulas de soja 'tracajá' expostas ao ozônio sob condições controladas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 641-646, maio 2007.

CARMO, N. C.; HACON, S.; LONGO, K. M.; FREITAS, S.; IGNOTTI, E.; PONCE DE LEON, A.; ARTAXO, P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na Região Sul da Amazônia brasileira. **Rev. Panam. Salud. Pública**, v. 27, n. 1, p. 10-16, 2010.

FERREIRA, E. **Acre decreta estado de alerta contra queimadas**. 2010. Disponível em <http://www.ecodebate.com.br/2010/08/11/acre-decreta-estado-de-alerta-contra-queimadas/>. Acesso em: ago. 2010.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Global forest resources assessment FRA 2010**: country report . Rome: FAO, 2009. 111 p. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/20288-0f6ee8584eea8bff0d20ad5cebcb071cf.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2011.

_____. **Global forest resources assessment FRA 2010**. Rome: FAO, 2010. 340 p.

FSC (Forest Stewardship Council). FSC **Certificate Database**. 2011. Disponível em: <http://info.fsc.org/>. Acesso em: 30 set. 2011.

FUNAI (Fundação Nacional do Índio). **Situação fundiária indígena**. 2011. 1 mapa. Escala: 1:5.000.000. Disponível em: <http://mapas.funai.gov.br/dados/pdf/brasil_05_2011.pdf>. Acesso em: 11 out. 2011.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: SFB, 2010. 367 p.

GUANABARA. Secretaria de Economia. **Floresta da Tijuca**. Rio de Janeiro: Artes Gráficas Gomes de Souza S.A., 1966.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Informações baseadas no documento de origem florestal (DOF) sobre comercialização de madeira**: informação estratégica para a gestão florestal, período 2007-2009 [mensagem pessoal]. 2011a. Mensagem recebida por <claudia.rosa@florestal.gov.br> Acesso em: set. 2011.

_____. **Projeto de monitoramento do desmatamento por satélite (PMDBBS)**. 2011b. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/>. Acesso em: 28 set. 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Mapa de biomas e vegetação 2004**. 2004. 1 mapa. Escala: 1:5.000.000. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/>. Acesso em: 30 set. 2011.

_____. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em<http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 nov. 2011.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2010**. Rio de Janeiro, 2011. v. 25.

IGNOTTI, E.; VALENTE, J. G.; HACON, S. S.; LONGO, K.; FREITAS, S.; ARTAXO, P. Impacts of particulate matter (PM2.5) emitted from biomass burning in the Amazon regarding hospital admissions by respiratory diseases: building up environmental indicators and a new methodological approach. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 121-130, 2010.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). **Certificação florestal (CERFLOR)**. 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>. Acesso em: 30 set. 2011.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SIG queimadas**: monitoramento de focos. 2010. Disponível em: <http://sisam.cptec.inpe.br/>. Acesso em: dez. 2011.

_____. **Projeto Prodes**: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. 2011a. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em: 03 out. 2011.

_____. **Sistema Deter**: detecção do desmatamento em tempo real. 2011b. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/index.html>. Acesso em: 03 out. 2011.

_____. **Degrad**: mapeamento da degradação florestal na Amazônia brasileira. 2011c. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/>. Acesso em: 03 out. 2011.

ITTO (International Tropical Timber Organization). **Status of Tropical Forest Management 2011**. Yokahama, Japão, 2011. 418 p.

LIU, L.; POON, R.; CHEN,L.; FRESCURA, A-M.; MONTUSCHI, P.; CIABATTONI, G.; WHEELER, A.; DALES, R. Acute effects of air pollution on pulmonary function, airway inflammation and oxidative stress in Asthmatic Children. **Environmental Health Perspective**, Nova York, v. 117, p. 668-674, 2009.

MARENGO, J. A. (Coord.). **Riscos das mudanças climáticas no Brasil**: análise conjunta Brasil- Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. São José dos Campos: Inpe, maio 2011. 55 p.

NEPSTAD, D.; SOARES-FILHO, B. S.; MERRY, F.; LIMA, A.; MOUTINHO, P.; CARTER, J.; BOWMAN, M.; CATTANEO, A.; RODRIGUES, H.; SCHWARTZMAN, S.; MCGRATH, D.; STICKLER, C.; LUBOWSKI, PIRIS-CABEZAZ, P.; RIVERO, S.; ALENCAR, A.; ALMEIDA, O.; STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, Washington, DC, v. 326, n. 5.958, p. 1350-1351, dec. 2009.

NEL, A. Air Pollution-related illness: effects of particles. **Science,** v. 308, p. 804-806, 2005.

NOBRE, C. A.; NOBRE, A. D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 81-90. 2002.

NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. (Boletim Técnico, 24).

RAMOS, A.B.R.; NASCIMENTO, E.R.P.; OLIVEIRA, M. J. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 das influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor In: XV SBSR Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. **Anais do 15º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2011. v.1. p.7902-7909.

RODRIGUES, P. C. O.; IGNOTTI, E.; ROSA, A. M.; HACON, S. de S. Distribuição espacial das internações por asma em idosos na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 13, p. 523-532, 2010.

SANTOS, J. R. Avanços das pesquisas e aplicações de sensoriamento remoto no monitoramento da paisagem: contribuições aos estudos do pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande, MT, Embrapa, Informática Agropecuária, Inpe, 2006. p. 675-683.

SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência); Academia Brasileira de Ciências. **O código florestal e a ciência**: contribuições para o diálogo. São Paulo: SBPC 2011. 124 f. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-547.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

SFB (Serviço Florestal Brasileiro). **Edital de licitação para concessão florestal**: Floresta Nacional do Jamari. Brasília, nov. 2007. 28 p.

_____. **Edital de licitação para concessão florestal**: Floresta Nacional de Saracá-Taquera. Brasília, nov. 2009. 34 p.

_____. **Florestas do Brasil em resumo, 2010**: dados de 2005 - 2010. Brasília, 2010. 152 p.

_____. **Cadastro nacional de florestas públicas**: atualização ano-base 2011. Brasília, 2011a. 1 mapa. Escala: 1:5.000.000.

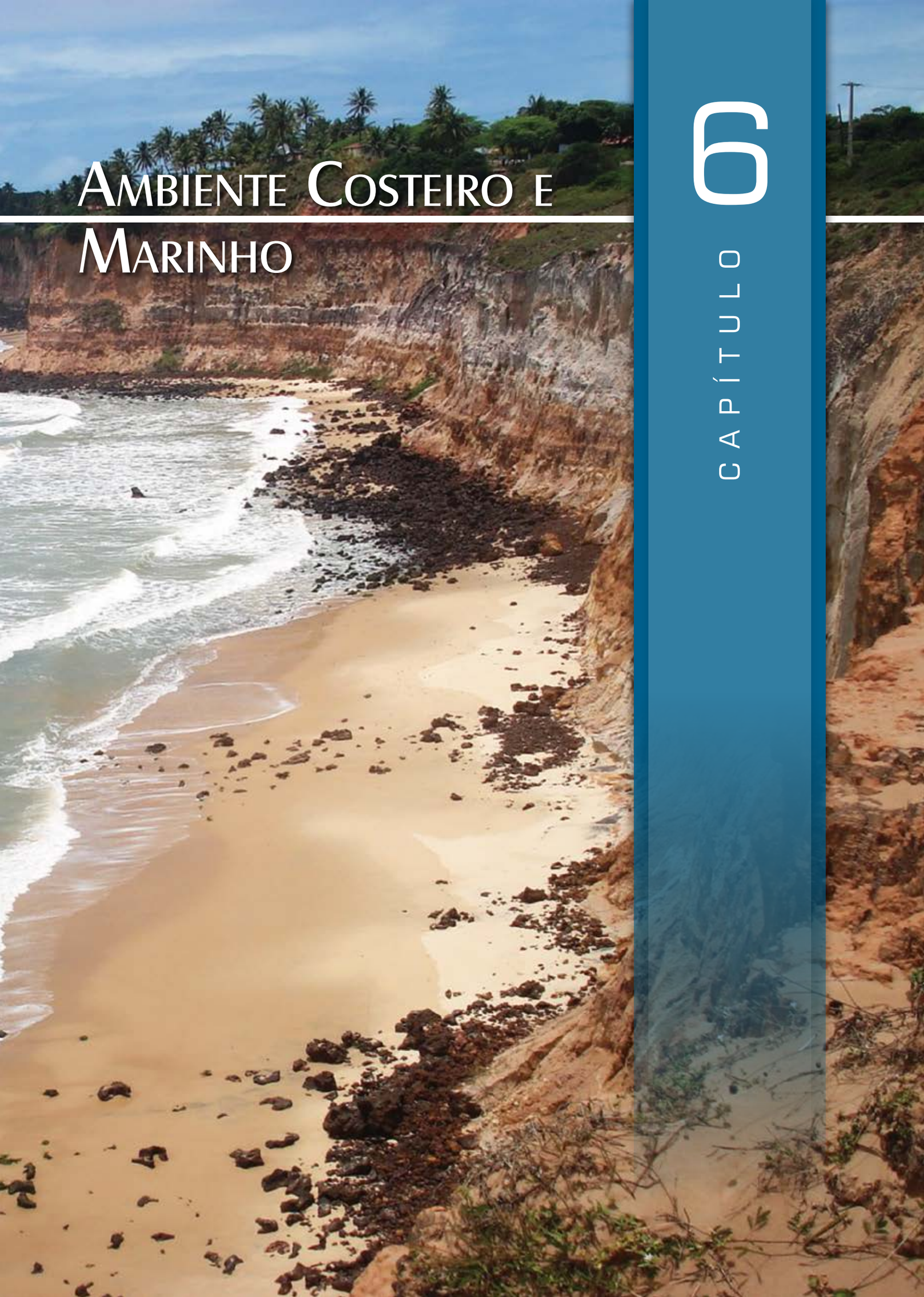
_____. **Plano anual de outorga florestal, 2012**. Brasília, 2011b. 126 p.

SILVA, P. R. S.; ROSA, A. M.; HACON, S.; IGNOTTI, E. Hospitalization of children for asthma in the Brazilian Amazon: trend and spatial distribution. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 6, p. 541- 546, 2009.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. L. F.; BARRETTO, A. G.O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environ. Sci. Technol**., Washington, DC, v. 44, n. 16, p. 6046-6053, jul. 2010.



Jailton Dias



Ambiente Costeiro e Marinho

CAPÍTULO 6

Equipe Técnica

Coordenação

Álvaro Roberto Tavares – Ibama
Leila Affonso Swerts – MMA

Redação

Adalberto Eberhard – MMA
Adelias Bastos – MMA
Ana Lídia Ramos – Ibama
Ana Lúcia Ancona – MMA
Ana Paula Leite Prates – MMA
Celso Moraes Peixoto Serra – SECIRM/MB
Cláudia Regina dos Santos – MMA
Cristiane de Oliveira – Ibama
Edmo da Costa Porto – MMA
Fernanda Cunha Pirillo Inojosa – Ibama
Helen Gurgel – UnB
Jair Gonçalves da Silva – ANA
Kelly Maria Resende Borges – Ibama
Larissa Cassia Ribeiro da Cruz Godoy – MMA
Letícia Reis de Carvalho – MMA
Márcia Regina Lima de Oliveira – MMA
Marcia Regina S. C. Coimbra – ANA
Marise Silva Carneiro – SECIRM/MB
Naddini Oliveira de Matos Sousa – MMA
Paula Moraes Pereira – MMA
Rafael Almeida Magris – Instituto Chico Mendes
Renato Castiglia Feitosa – Fiocruz
Rosângela de Assis Nicolau – MMA

Conteúdo

Caracterização Natural
- Recifes de Coral
- Manguezais
- Dunas
- Restingas
- Marismas
- Praias
- Banhados e Áreas Alagadas
- Costões Rochosos
- Estuários
- Lagunas

Dinâmica Populacional

Risco e Vulnerabilidade
- Risco Ambiental
- Produção *Offshore* de Petróleo e Gás

Gestão Ambiental
- A Gestão Costeira no Brasil
- Unidades de Conservação em Ambientes Costeiros e Marinhos

6 Ambiente Costeiro e Marinho

A Zona Costeira brasileira, estabelecida como patrimônio nacional no § 4º do art. 225 da Constituição Federal, compreende uma faixa que se estende por mais de 8.000 km voltados para o Oceano Atlântico, levando em conta os recortes litorâneos[1]. Em termos de latitude, o litoral brasileiro estende-se desde os 4°30' Norte até os 33°44' Sul, estando, assim, localizado nas zonas intertropical e subtropical. Possui largura terrestre variável, compreendendo 395 municípios[2] distribuídos em 17 estados litorâneos. Inclui faixa marinha de 12 milhas náuticas[3] (mn), que coincide com o mar territorial, ampliando a área para 514 mil km².

O Brasil possui vasta área oceânica que atualmente tem 3,5 milhões de km², podendo atingir uma área de 4,5 milhões de km², o que virá a ser maior do que a metade do território nacional. Essa área é constituída pelo Mar Territorial, de 12 mn contadas a partir da costa; pela Zona Econômica Exclusiva (ZEE), de 188 mn a partir do Mar Territorial; e pela Plataforma Continental e a sua extensão além das 200 mn (Figura 6.1).

A extensão da plataforma continental é resultante de pleito brasileiro à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC), da Organização das Nações Unidas (ONU). A incorporação da nova área aumentará a riqueza da nação e, consequentemente, a responsabilidade para o aproveitamento sustentável dos recursos naturais ali existentes e exigirá a implementação de políticas públicas voltadas para a respectiva preservação ambiental.

Do ponto de vista econômico, os oceanos e as zonas costeiras são importantes áreas para o transporte e a produção de alimentos, bem como de grande potencial mineral, energético, bioquímico e farmacológico. Porém, o uso indiscriminado desses recursos seja para produção de alimentos, seja para o despejo de efluentes, explotação de hidrocarbonetos ou para a navegação, gera danos muitas vezes irreversíveis.

Nas áreas marinhas sob jurisdição nacional, observa-se poluição oriunda de fontes terrestres relacionadas ao desenvolvimento e à ocupação humana como a deposição de lixo e de resíduos tóxicos[4], o turismo desordenado, o mau uso do solo com o desmatamento, queimadas e incêndios florestais ao longo das bacias hidrográficas, entre outros impactos significativos, reais ou potenciais como os derivados das atividades relacionadas à indústria do petróleo, ao transporte marítimo e à sobrepesca, causando ameaças à biodiversidade e ao patrimônio genético.

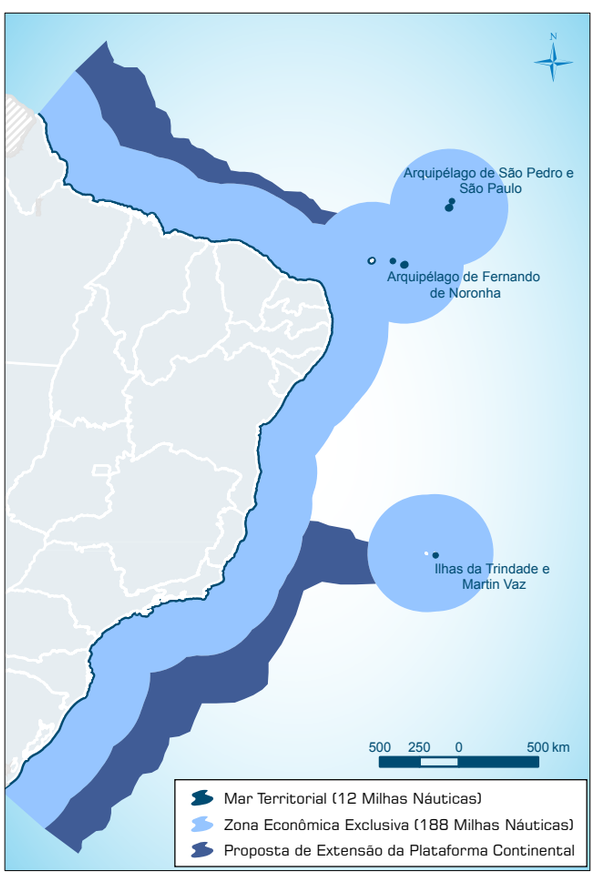


Figura 6.1 Limites do mar territorial, ZEE e plataforma continental.

Fonte: Marinha do Brasil

[1] Entre outros, pode-se citar as baías e as reentrâncias.
[2] Os critérios para a definição dos municípios que formam a faixa terrestre da zona costeira são os estabelecidos no art. 4º do Decreto nº 5.300/2004.
[3] 1 milha náutica = 1.852 metros.
[4] Pode-se citar, *in casu*, os fertilizantes e agrotóxicos, entre outros.

A população residente na zona costeira atinge quase 45 milhões de habitantes com densidade populacional de 139 hab/km^2 (seis vezes a média nacional). Vale destacar que 16 regiões metropolitanas brasileiras encontram-se à beira-mar, sendo 13 delas capitais de estados, que concentram mais de 35 milhões de habitantes, 19% da população do País, em menos de 1% do território nacional. Essas regiões de grande adensamento são entremeadas de vastas áreas de ocupação rarefeita, em geral ocupadas por comunidades de pescadores artesanais, remanescentes de quilombos, tribos indígenas e representantes de outros modos de vida tradicionais. Tais áreas, pelo nível elevado de preservação de seus ecossistemas, vão se constituir naquelas de maior relevância para o planejamento ambiental preventivo.

6.1 Caracterização Natural

O ambiente costeiro e marinho abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental. Ao longo do litoral, alternam-se mangues, restingas, campos de dunas, estuários, recifes de corais, praias, costões rochosos, marismas, banhados, áreas alagadas e lagunas que abrigam inúmeras espécies de fauna e flora, muitas das quais só ocorrem nas nossas águas e algumas ameaçadas de extinção. Na costa brasileira, por exemplo, ocorrem os únicos ambientes recifais do Atlântico Sul.

Cabe mencionar que se localizam nessa região as maiores manchas residuais da Mata Atlântica, inclusive sua maior manifestação contínua, que envolve as encostas da Serra do Mar nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, apresentando biodiversidade superior à da Floresta Amazônica. Também os manguezais, de expressiva ocorrência na zona costeira desde o Amapá até Santa Catarina e que se constituem na maior extensão de manguezais no mundo, cumprem funções essenciais na reprodução biótica da vida marinha e no equilíbrio das interações entre a terra e o mar.

Ao longo da costa norte do território estão presentes os estuários, lagoas costeiras e manguezais, onde se pode encontrar quelônios, mamíferos, aves e peixes diversos (BRASIL, 2002). Ao largo da Região Nordeste, a ausência de grandes rios e a predominância das águas quentes da Corrente Sul Equatorial determinam o ambiente propício para a formação de recifes de corais, suporte de grande diversidade biológica. No Sudeste-Sul a presença da Água Central do Atlântico Sul sobre a plataforma continental e sua ressurgência eventual ao longo da costa contribuem para o aumento da produtividade e, mais ao sul, o deslocamento na direção norte nos meses de inverno da Convergência Subtropical, formada pelo encontro das águas da Corrente do Brasil com a Corrente das Malvinas, confere à região características climáticas mais próximas a temperadas, influenciando profundamente na composição da fauna local (BRASIL, 2007).

A fauna e a flora da zona costeira brasileira compõem um sistema biológico complexo e sensível que abriga extraordinária inter-relação de processos e pressões, exercendo papel fundamental na maior parte dos mecanismos reguladores costeiros. Os ecossistemas costeiros são responsáveis por ampla gama de funções ecológicas, tais como prevenção de inundações, de intrusão salina e de erosão costeira; proteção contra tempestades; reciclagem de nutrientes e substâncias poluidoras; e provisão de hábitats e recursos para uma variedade de espécies explotadas direta e indiretamente (BRASIL, 2002). Numerosas espécies marinhas podem ser consideradas como “produtos” para o uso humano direto e indireto, para o consumo ou o comércio. Além disso, os recursos vivos marinhos podem ser componentes para fármacos, cosméticos ou outros usos médicos, fertilizantes, genes usados na biotecnologia, matéria-prima para indústrias ou para a construção civil, além de todos os usos para a aquicultura (THORNE-MILLER, 1999).

Os espaços litorâneos possuem riqueza significativa em termos de recursos naturais e ambientais, porém, a intensidade do processo de ocupação desordenado coloca-os em risco. Citando o Capítulo 17 da Agenda 21, “o meio ambiente marinho – inclusive os oceanos e todos os mares, bem como as zonas costeiras adjacentes – forma um todo integrado que é um componente essencial do sistema que possibilita a existência de vida sobre a Terra, além de ser uma riqueza que oferece possibilidades para um desenvolvimento sustentável”.

O MMA realizou um mapeamento e estudo sobre a representatividade dos ecossistemas costeiros e marinhos e reuniu esses dados e análises na publicação Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil, lançada em 2010 (BRASIL, 2010). A Tabela 6.1 apresenta um resumo da extensão e cobertura por UCs nesses ecossistemas, com as principais características descritas a seguir.

6.1.1 Recifes de Coral

Os recifes de coral constituem importantes ecossistemas, altamente diversificados em âmbito local, regional e, principalmente, global. Por abrigar extraordinária variedade de plantas e animais são considerados o mais diverso hábitat marinho do mundo. Uma em cada quatro espécies marinhas vive nos recifes, incluindo 65% dos peixes. Além disso, possuem grande importância econômica, pois representam a fonte de alimento e renda para muitas comunidades. Só no Brasil, 18 milhões de pessoas dependem direta ou indiretamente desses ambientes. Cerca de um quarto do pescado nos países em desenvolvimento, entre eles o Brasil, é proveniente de áreas coralinas. Além disso, os recifes protegem as praias da erosão e auxiliam na produção das areias finas que as tornam atraentes para o turismo.

No Brasil, os recifes de coral se distribuem por aproximadamente 3 mil km de costa, do Maranhão ao sul da Bahia, representando os únicos ambientes recifais do Atlântico Sul. A fauna de coral formadora dos recifes é constituída por espécies na maioria endêmica, o que confere ao Brasil enorme responsabilidade na proteção e uso sustentável desses ambientes. Várias iniciativas foram tomadas no intuito de estabelecer uma Rede de Proteção dos Recifes de Coral como, por exemplo, o mapeamento dos recifes de coral rasos nas unidades de conservação federais e o desenvolvimento de um programa de monitoramento desses ambientes.

Segundo os mapeamentos realizados por Prates (2003), existem aproximadamente 100.850 hectares de topos recifais rasos no Brasil, dos quais 80% já se encontram sob a proteção de alguma categoria de unidade de conservação nas esferas federal, estadual ou municipal. No entanto, esse número não expressa a efetividade da conservação dessas áreas.

6.1.2 Manguezais

Entre os ecossistemas costeiros e marinhos, os manguezais[5] destacam-se como um dos mais importantes, atuando na prevenção de erosão, retenção de sedimentos, exportação

[5] A abordagem é coerente com Brasil (2010), que considera o ecossistema manguezal incluindo as feições mangue, apicum e salgado.

de biomassa e fornecimento de nutrientes para a fauna e a flora. São considerados verdadeiros berçários naturais. Sua proteção e conservação são de fundamental importância para a preservação da estrutura vegetal, animal e ecológica e para a produção pesqueira, pois, de todos os ecossistemas é um dos mais produtivos, mas também um dos mais vulneráveis aos efeitos adversos do desenvolvimento econômico e do crescimento desordenado das populações humanas.

No mundo, esses ambientes estão desaparecendo rapidamente em decorrência das diversas interferências humanas. No Brasil, embora protegidos pela legislação vigente[6], boa parte da área de manguezal foi eliminada pela expansão urbana, portuária, agroindustrial e turística, principalmente nos litorais nordeste e sudeste. Segundo o MMA (BRASIL, 2010), estima-se que, aproximadamente, 25% dos manguezais estejam destruídos, tendo como principais causas a aquicultura e a especulação imobiliária.

De acordo com dados do Projeto Manguezais do Brasil – Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade de Manguezais em Áreas Protegidas no Brasil[7], em 2008, considerado como o ano zero dos mangues, a área ocupada por esse ecossistema era de 1.382.815 hectares. Em 2009, a área total de manguezais era de 1.385.205 hectares (Figura 6.2). Segundo o MMA (BRASIL, 2010), 75% desse ecossistema estão localizados em unidades de conservação.

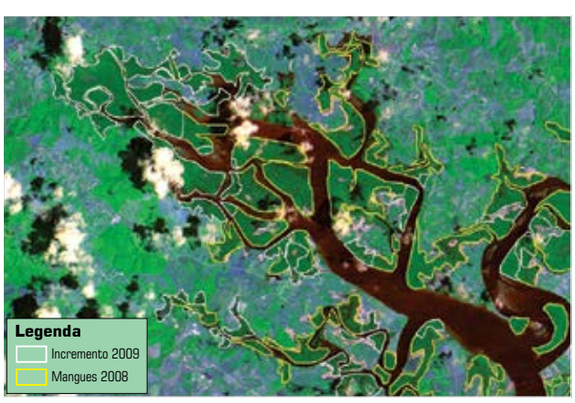


Figura 6.2 Mapeamento de manguezais no Brasil 2008-2009 (Limite entre os municípios de São Cristóvão e Itaporanga d'Ajuda, Estado de Sergipe).

Fonte: Ibama (Projeto Manguezais do Brasil)

6.1.3 Dunas

Esses ambientes formam-se a partir da interação entre sedimentos de origem marinha, o vento que os transporta em direção ao continente, e a vegetação que atua como barreira física aos sedimentos transportados, compondo ambientes litorâneos associados a praias e restingas, muitas vezes, na forma de extensos campos gerados por ação eólica como os Lençóis Maranhenses.

Segundo o MMA (BRASIL, 2010), esse ecossistema possui área equivalente a 318.312 hectares, dos quais 37,1% estão em UCs de proteção integral e 5,7% em UCs de uso sustentável.

6.1.4 Restingas

Restingas são faixas de areia depositadas paralelamente ao litoral, caracterizadas como um conjunto de fitofisionomias distintas que refletem diferenças geomórficas, pedológicas e climáticas existentes no litoral brasileiro. Suas diferentes formas de vegetação são utilizadas como elemento de caracterização e de distinção desse ecossistema em face de outras paisagens costeiras semelhantes. Possui área de 469.183 hectares, sendo 20,4% protegidos em UCs de proteção integral e 48,7% em UCs de uso sustentável.

Como resultado da aprovação da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), que protege as restingas por sua função como fixadoras de dunas e estabilizadoras de mangues, o Conama editou, em 23 de novembro de 2009, a Resolução nº 417, dispondo, entre outras providências, sobre parâmetros básicos para a definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários do ecossistema restinga na Mata Atlântica. Esse ato normativo considera a importância biológica dessa fisionomia vegetal, que inclui espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção, bem como suas características únicas e beleza cênica.

6.1.5 Marismas

Marismas são ambientes salobros, lagunares ou estuarinos, de baixa energia, pantanosos, planos, costeiros e de águas rasas que se desenvolvem na região intermarés, permanecendo parcialmente inundados pela maioria das preamares (maré alta). Caracterizam-se por possuir cobertura vegetal constituída por formações pioneiras de influência fluviomarinha herbácea, podendo estar associada a alguns arbustos.

As marismas são ecologicamente equivalentes aos manguezais adaptados ao frio e às geadas da costa meridional do Brasil. Formam hábitats importantes para moluscos, crustáceos, insetos, peixes, aves e mamíferos.

Com área estimada em 12.149 hectares, este ecossistema possui apenas 0,63% de seu território protegido por UCs, o menor percentual entre os ecossistemas costeiros e marinhos (BRASIL, 2010). Esses ambientes deveriam ter sua área protegida ampliada, para melhor conservação da biodiversidade.

6.1.6 Praias

Trata-se de um dos ambientes mais conhecidos e se constituem a partir de depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transporte fluvial ou marinho, apresentando largura variável em função da maré. A praia é frequentemente associada a outros ecossistemas costeiros como estuários, deltas, restingas, mangues, dunas, rios e lameiros intertidais. Associadas aos principais cartões postais do Brasil, acompanham todo o litoral, do Amapá ao Rio Grande do Sul, e estão ameaçadas pela especulação imobiliária, pelo turismo descontrolado, pela expansão de marinas e pela poluição urbana e industrial.

Dos 82.778 hectares de praias do País, apenas 20.011 hectares (24,2%) estão sob proteção por diferentes categorias de UCs (BRASIL, 2010).

[6] Entre as normas estão a Lei nº 12.651/12 e a Resolução do Conama nº 303/2002.

[7] Projeto firmado em 2006 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com recursos financeiros do *Global Environment Facility (GEF)* em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), coordenado pelo Instituto Chico Mendes, sendo o Centro de Sensoriamento Remoto do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama/CSR) responsável pelo mapeamento e atualização.

6.1.7 Banhados e Áreas Alagadas

Esses ecossistemas costeiros abrangem áreas conhecidas também como brejos ou pântanos, lagoas de água doce ou de água salobra ou salgada, com ou sem influência marinha direta, além de várzeas, savanas, florestas e campos periodicamente inundados.

A área de abrangência desse ecossistema, em território nacional, é de aproximadamente 4.849.671 hectares, distribuídos em 13 estados costeiros (AL, AP, BA, CE, MA, PA, PB, PE, PI, RJ, RN, RS, SC), estando 2.867.255 hectares (59,1%) sob proteção de UCs. O Pará acumula a maior área do ecossistema, com 3.516.536 hectares (BRASIL, 2010).

6.1.8 Costões Rochosos

Nome dado ao ambiente costeiro formado por rochas situadas na transição entre os meios terrestres e aquáticos. É considerado muito mais uma extensão do ambiente marinho que do terrestre, uma vez que a maioria dos organismos que o habitam estão relacionados ao oceano. No Brasil, parte dos costões é formada por rochas de origem vulcânica e parte deriva de extensões de serras rochosas, próximas ao litoral, que atingem o fundo do mar, constituindo, assim, ambientes extremamente heterogêneos. Pode ser formado por paredões verticais bastante uniformes, que se estendem muitos metros acima e abaixo da superfície da água, como a Ilha de Trindade, ou por matacões de rocha fragmentada de pequena inclinação como ocorre na costa de Ubatuba (SP).

No Brasil, seu limite de ocorrência ao Sul se dá em Torres (RS) e, ao Norte, na Baía de São Marcos (MA), estando na Região Sudeste a maior concentração deste ambiente. Possui território de 144.475 hectares e é o segundo ecossistema costeiro e marinho com a maior porcentagem de área protegida por unidades de conservação (79%) (BRASIL, 2010).

6.1.9 Estuários

Estuários são ecossistemas permanentemente ligados ao mar, onde a água salgada se mistura à água doce proveniente da drenagem continental. Esse fenômeno resulta na produção de águas ricas em nutrientes dos rios e das águas costeiras e é um dos mais importantes elementos responsáveis pela alta produtividade primária desses ambientes. Essa produtividade é ainda mais elevada quando nos estuários existem grandes áreas de manguezais. Em certas situações, o estuário do rio se confunde com um golfo em decorrência do alagamento provocado. Os principais estuários brasileiros são: Golfão Maranhense (MA), Capibaribe (PE), Potengi (RN), Santos-Cubatão (SP) e Iguape-Cananeia (SP).

Sua área equivale a 6.696.787 hectares, sendo o maior dos ecossistemas costeiros e marinhos em extensão, e tendo 20,7% de seu território protegido por UCs.

6.1.10 Lagunas

São corpos d'água ligados ao mar por barras que podem permanecer fechadas durante certo período. As lagunas tropicais podem apresentar variações sazonais de salinidade devido às chuvas. São formações alongadas, geralmente estreitas, e que apresentam seu eixo principal paralelo à costa.

Pode-se encontrá-las ao longo do litoral brasileiro e são particularmente importantes para a pesca artesanal e atividades de lazer e turismo. Entre elas destacam-se as lagunas de Mundaú, Manguaba e Roteiro (AL); Lagoa Feia, Araruama, Saquarema, Maricá e Sepetiba (RJ); Lagoa dos Patos, Mirim, Mangueira e Tramandaí (RS).

Existem 1.518.426 hectares de lagunas no Brasil, sendo que apenas 2,8% dessa área está protegida por UCs.

Tabela 6.1 Ambientes naturais costeiros e marinhos protegidos.

Ambiente costeiro e marinho	Extensão (ha)	Porcentagem protegida por unidade de conservação (%)
Recifes de Coral (Topos recifais rasos)	100.850	80,0
Manguezal	1.225.444	75,0
Duna	318.312	42,8
Restinga	469.183	69,1
Marisma	12.149	0,6
Praia	82.778	24,2
Banhados e Áreas Alagadas	4.849.671	59,1
Costão Rochoso	144.475	79,0
Estuário	6.696.787	20,7
Laguna	1.518.426	2,8

Fonte: Adaptado de Brasil (2010), Prates (2003)

6.2 Dinâmica Populacional

A concentração de centros urbanos na zona costeira é um traço característico da própria formação histórica do Brasil. Ainda que as principais atividades econômicas estivessem localizadas no interior, os núcleos litorâneos sediavam importantes funções relacionadas com os negócios e logística da exportação, o que fez com que ali se radicasse uma parte dos contingentes de migrantes. As dificuldades de comunicação inter-regional reforçaram essa tendência, que passou a ser alimentada por fluxos de migração interna. Em novo ciclo econômico, a concentração demográfica constituiu precondição para a industrialização de algumas cidades costeiras, que se consolidaram como polos regionais de atividades bastante diversificadas que, a partir da segunda metade do século 20, passaram também a incluir o turismo e a promoção imobiliária.

A partir da década de 1970, fortes políticas de interiorização do desenvolvimento começaram a ter resultados efetivos, porém sem maiores rebatimentos na concentração populacional na zona costeira. Esta manteve sua dinâmica baseada nas atividades portuárias, industriais, turísticas e imobiliárias, às quais se acrescentaram os impactos das plataformas marítimas de extração de petróleo, que começaram a operar nessa mesma época.

Nesse sentido, a representação espacial da dinâmica demográfica constitui-se em importante instrumento de análise e, para tanto, foram selecionados alguns indicadores (taxa de crescimento, tamanho da população, densidade demográfica), para averiguar os padrões de ocupação ao longo da costa brasileira e os principais fatores condicionantes para a distribuição demográfica. Na última década, o quadro de grandes transformações demográficas e redução das taxas de crescimento populacional do País não alterou o aumento relativo da participação dos municípios que integram a zona costeira no total da população brasileira. Sobre esse total e considerando os censos demográficos de 1991, 2000 e 2010, a porcentagem na zona costeira aumentou de 22,36%, em 1991, para 23,16% em 2000, e depois para 23,58% em 2010 (Figura 6.3). A distribuição dessas variações por estados foi sistematizada na Figura 6.4.

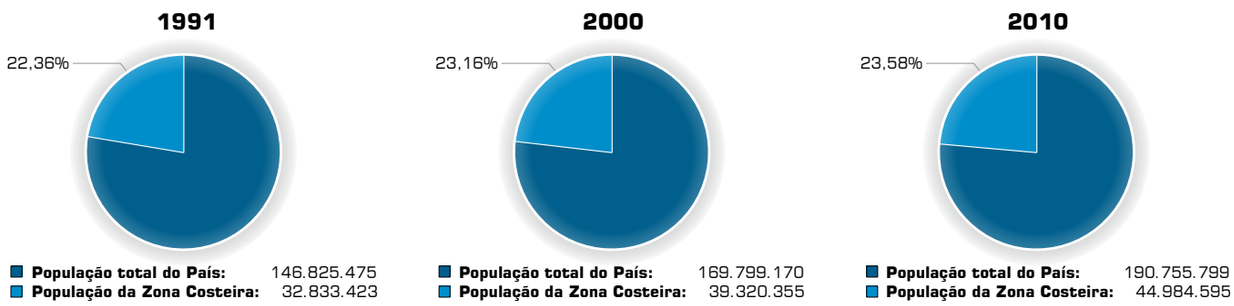


Figura 6.3 População da zona costeira em relação à população total do País.
Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

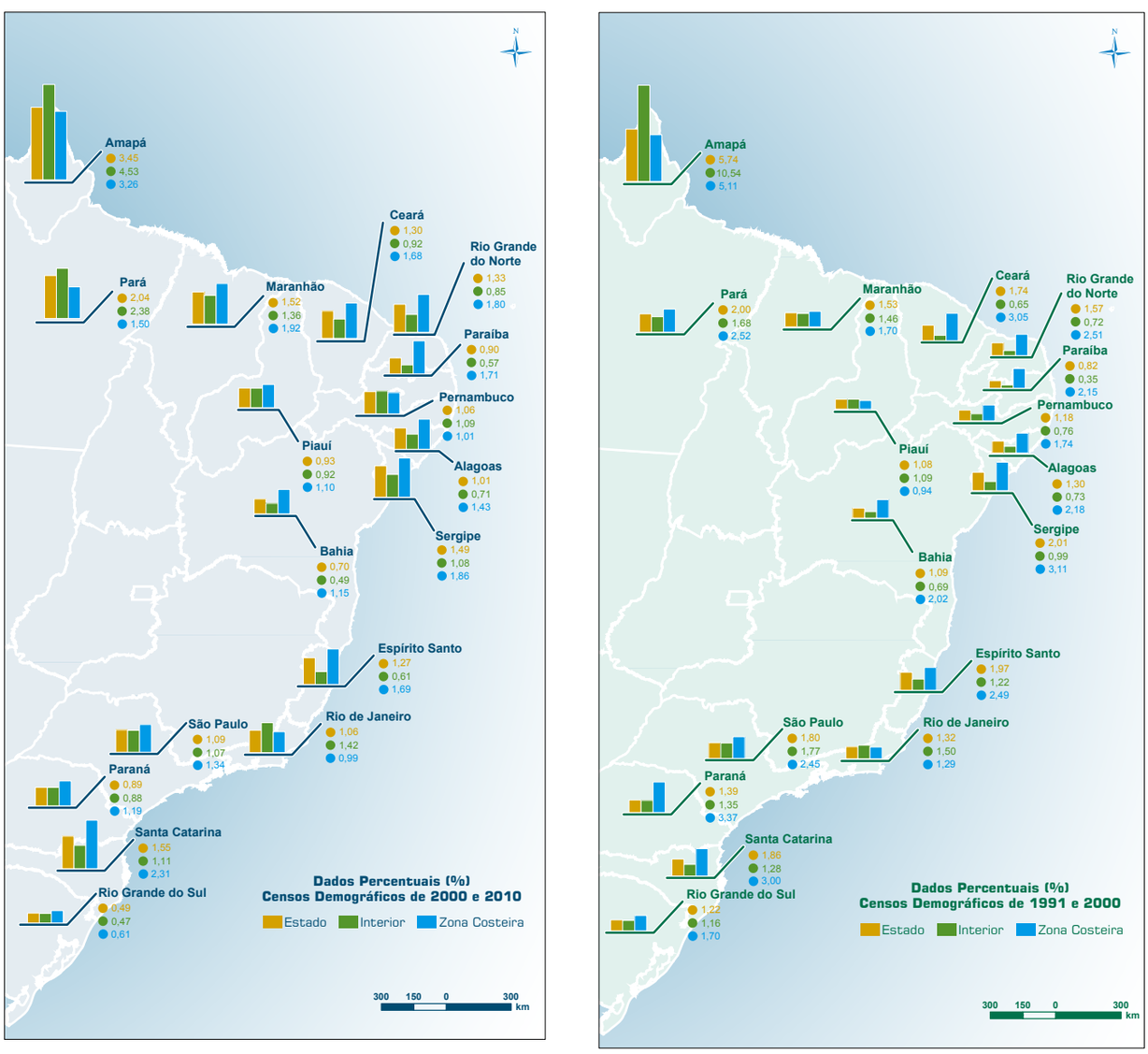


Figura 6.4 Taxa anual de crescimento geométrico populacional nos estados litorâneos.
Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

Da leitura da Figura 6.4, referente às taxas anuais de crescimento geométrico da população, destacam-se as seguintes tendências:

Na Região Norte, o crescimento populacional tende a se concentrar mais no interior dos estados do que nos municípios costeiros. No Pará, as taxas de crescimento da população costeira decresceram de 2,52% ao ano, no período de 1991 a 2000, para 1,50% ao ano, no período de 2000 a 2010, enquanto no interior as taxas aumentaram de 1,68% para 2,38%, respectivamente, nos mesmos períodos, denotando tendência de inversão da concentração demográfica. O mesmo ocorre no Amapá, onde houve crescimento significativo no interior do estado no período de 1991 para 2000 (10,54%), com significativa diminuição de 2000 para 2010 (4,53%). Já nos municípios costeiros, o crescimento populacional foi de 5,11% de 1991 para 2000 e de 3,26% de 2000 para 2010.

No Nordeste, durante o período avaliado (1991 a 2010), ocorreu crescimento populacional maior na costa, associado à tendência geral de redução das taxas anuais de crescimento demográfico. Exceção à tendência de maior crescimento das populações da zona costeira encontra-se no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2000, quando a população da zona costeira cresceu numa taxa de 1,74% ao ano, reduzindo para 1,01% no período subsequente de 2000 a 2010. Observa-se que a redução do crescimento da zona costeira acompanhou o crescimento do interior (as taxas verificadas passaram de 0,76% para 1,09% nos mesmos períodos), mantendo, no entanto, a tendência de redução do crescimento populacional do estado (de 1,18% para 1,06% nos mesmos períodos).

Na Região Sudeste, observa-se a mesma tendência de redução das taxas anuais de crescimento, com crescimento populacional maior na costa. A exceção é o Rio de Janeiro que, no período de 1991 a 2000, cresceu 1,29% na zona costeira e 1,50% no interior, e de 2000 a 2010 apresentou taxas anuais de 0,99% na costa e 1,42% no interior. No Estado de São Paulo, na zona costeira, a redução foi de 2,45% ao ano, no período de 1991 a 2000, para 1,34% ao ano entre 2000 e 2010. Já no interior as taxas anuais variaram de 1,77% para 1,07% ao ano, nos mesmos períodos, denotando que a redução do crescimento demográfico de todo o estado foi absorvida em maior proporção pela zona costeira.

No período de 1991 a 2000, a Região Sul foi marcada por um maior crescimento na zona costeira do que no interior dos estados. No entanto, as taxas diminuíram ao longo dos anos, com destaque para o Paraná, que crescia a uma taxa de 3,37% ao ano de 1991 a 2000, com crescimento reduzido para 1,19% ao ano durante o período compreendido entre 2000 e 2010.

A distribuição dos municípios costeiros por tamanho da população indicou que existe um número significativo de municípios de pequeno porte, com população inferior a 20 mil habitantes, totalizando 147 municípios (37,22%) dos 395 existentes. Eles estão localizados principalmente nas regiões Sul (26,53%) e Nordeste (60,54%), como indica a Tabela 6.2. Os municípios de porte médio, compreendendo população entre 20 e 100 mil habitantes, predominam no Nordeste (55,62%) e no Sudeste (17,75%), duas regiões que, historicamente, foram ocupadas desde o Período Colonial. Comparativamente com os dados do Censo de 2000, a faixa de municípios de porte médio superou os de pequeno porte. Da mesma forma, os municípios com mais de 100 mil habitantes, considerados de grande porte, também aumentaram sua representatividade e localizam-se primordialmente nas regiões Sudeste (40,51%) e Nordeste (39,24%), conformando uma complexa rede de espaços altamente urbanizados, mas carentes de qualidade socioambiental.



Diogo Lagroteria

Tabela 6.2 Distribuição dos municípios na zona costeira brasileira por macrorregiões.

Macrorregião	Número de municípios por tamanho de população (mil habitantes)									Total
	< 10	De 10 a 20	<20		De 20 a 50	De 50 a 100	De 20 a 100		> 100	
Norte	7	6	13	8,8%	16	3	19	11,2%	6	38
Nordeste	35	54	89	60,5%	67	27	94	55,6%	31	214
Sudeste	1	5	6	4,1%	19	11	30	17,8%	32	68
Sul	18	21	39	26,5%	19	7	26	15,4%	10	75
Total	**61**	**86**	**147**	**100%**	**121**	**48**	**169**	**100%**	**79**	**395**
% Relação Total ZC	**15,4%**	**21,8%**	**37,2%**		**30,6%**	**12,2%**	**42,8%**		**20,0%**	**100%**

Fonte: Brasil (2008); IBGE (2010)

As macrorregiões que apresentam densidades demográficas mais baixas na zona costeira são a Norte e a Sul. Na Região Norte (Figura 6.5), o Estado do Amapá apresenta 75% dos municípios costeiros com densidades inferiores a 50 hab/km² e, no Nordeste, o Maranhão apresenta 82%. No entanto, no Estado do Pará há de se destacar a região metropolitana de Belém, que apresenta alta densidade não somente na capital (1.308,5 hab/km²) como também nos municípios de Ananindeua (2.550,5 hab/km²) e Marituba (1.048,1 hab/km²).

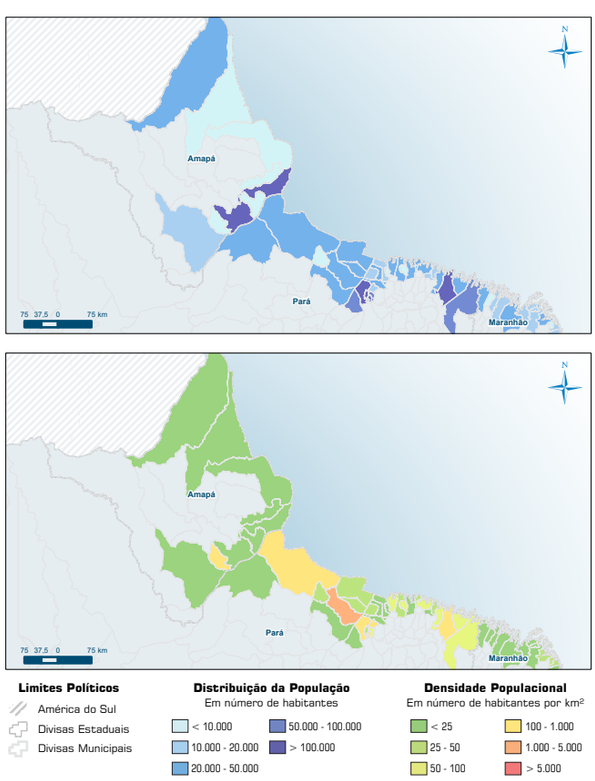


Figura 6.5 Distribuição da população e densidade demográfica para os municípios da Região Norte.

Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

Na Região Sul (Figura 6.6), os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul apresentam, respectivamente, 57% e 59% de seus municípios com densidades inferiores a 50 hab/km². No entanto, no litoral norte gaúcho, as densidades são mais elevadas em alguns municípios com funções de centralidade regional (Osório, Capão da Canoa, Tramandaí, Torres). Da mesma forma, o litoral catarinense apresenta densidades médias em 50% de seus municípios, comprovando que existe similaridade de densidades com as do litoral norte gaúcho, provavelmente pela maior ocupação e valorização do solo.

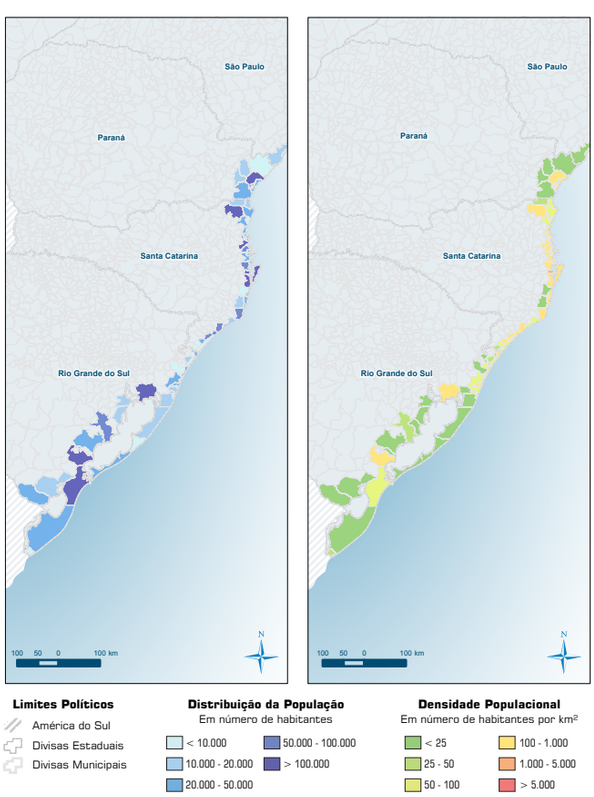


Figura 6.6 Distribuição da população e densidade demográfica para os municípios da Região Sul.

Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

A Região Nordeste (Figura 6.7), por sua vez, apresenta padrões distintos de densidade: baixo, médio e alto. No setor setentrional, abrangendo os estados do Maranhão e Piauí, predominam os municípios com baixa densidade demográfica, respectivamente, 82% e 50% do total. Logo a seguir, predominam as densidades médias (de 50 a 200 hab/km²) nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. O Estado de Pernambuco apresenta densidades que variam de

média (30%) a alta (65%) nos municípios costeiros, constituindo a maior concentração populacional do Nordeste, com destaque para Recife (7.070,1 hab/km²), Olinda (8.675,0 hab/km²), Camaragibe (2.622,7 hab/km²) e Jaboatão dos Guararapes (2.517,5 hab/km²). Nos estados de Alagoas e Sergipe voltam a predominar densidades médias. A Bahia, em contrapartida, apresenta baixa densidade em 52% de seus municípios costeiros (litoral sul) e média densidade em 32% dos municípios (litoral norte). Os municípios integrantes da região metropolitana de Salvador apresentam as densidades demográficas mais altas, com destaque para a própria capital (3.785,6 hab/km²), Lauro de Freitas (2.728,5 hab/km²), Madre de Deus (1.559,6 hab/km²) e Simões Filho (614,3 hab/km²).

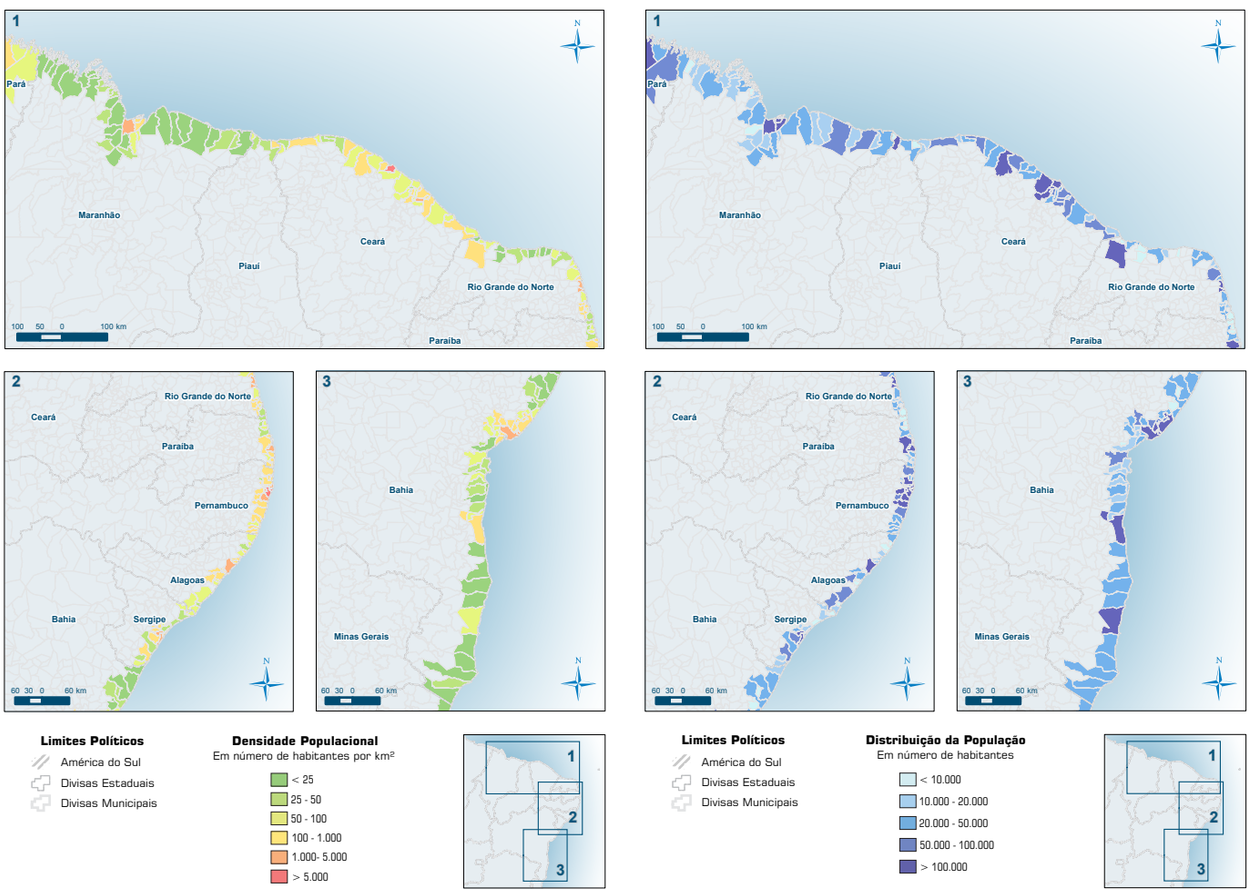


Figura 6.7 Distribuição da população e densidade demográfica para os municípios da Região Nordeste.
Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

A macrorregião que apresenta as densidades mais altas na zona costeira é a Sudeste (Figura 6.8), reforçando e reafirmando o caráter concentrador de urbanização devido aos condicionantes históricos, políticos e econômicos. O Estado do Rio de Janeiro apresenta o maior número de municípios costeiros com densidades superiores a 1.000 hab/km², como é o caso da própria capital, de Niterói, dos municípios da Baixada Fluminense e da periferia da região metropolitana do Rio de Janeiro. No Estado de São Paulo, a maior concentração populacional ocorre na região metropolitana da Baixada Santista, com densidades superiores a 1.000 hab/km², como é o caso dos municípios de São Vicente, Guarujá, Santos, Praia Grande e Iguape. O mesmo ocorre com o Estado do Espírito Santo, que possui três municípios com densidades superiores a 1.000 hab/km² (Vitória, Vila Velha e Cariacica). Nesse estado predominam baixas densidades, com padrão similar ao encontrado no litoral sul da Bahia.

A partir dos dados apresentados, constata-se que não há um padrão homogêneo de ocupação, mas existem vários segmentos da costa que apresentam similaridades de densidades em estados contíguos, configurando a existência de segmentos bem distintos quanto às densidades de ocupação nos municípios da zona costeira brasileira: (a) nas regiões metropolitanas costeiras – alta densidade (superior a 200 hab/km²); (b) do Amapá até o Piauí – baixas densidades (até 50 hab/km²); (c) do Ceará até o litoral norte da Bahia – médias densidades (de 50 a 200 hab/km²); (d) do litoral sul da Bahia até o litoral norte do Rio de Janeiro – baixas densidades (até 50 hab/km²); (e) do litoral sul do Rio de Janeiro até o litoral norte do Rio Grande do Sul – médias densidades (de 50 a 200 hab/km²); (f) do litoral médio do Rio Grande do Sul ao extremo sul do País – baixas densidades (até 50 hab/km²).

A partir da análise desse quadro comprovou-se que as taxas mais altas de crescimento populacional correspondem, em sua maioria, às periferias das regiões metropolitanas e aos distritos rurais que fazem limite com os perímetros urbanos. Da mesma forma, a maior concentração populacional ocorre nas 16 regiões metropolitanas, onde residem 35.447.690 habitantes, representando 78,8% da população total da zona costeira. Por isso, constituem-se nas áreas de maior vulnerabilidade socioambiental, indicando a necessidade de políticas públicas integradoras e complementares no aporte de recursos.

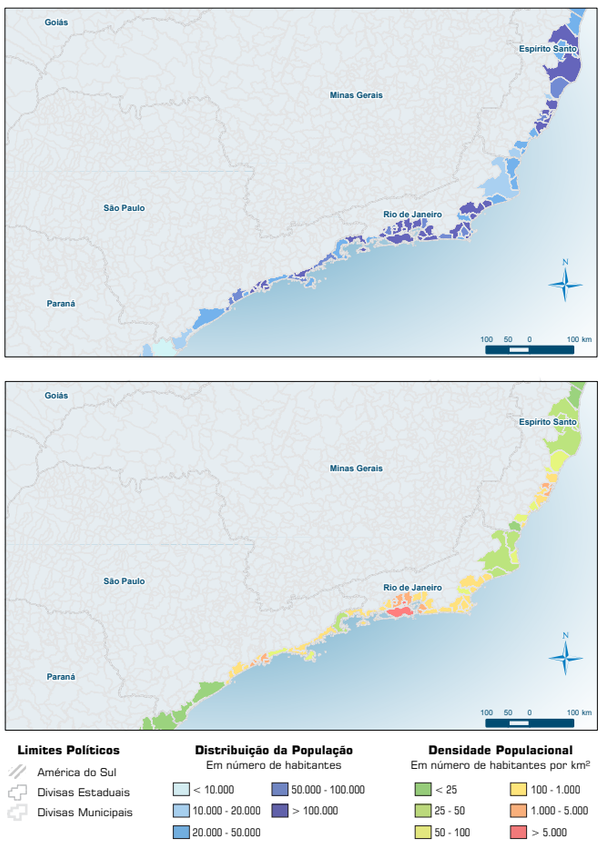


Figura 6.8 Distribuição da população e densidade demográfica para os municípios da Região Sudeste.

Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010)

6.3 Risco e Vulnerabilidade

6.3.1 Risco Ambiental

A percepção da evolução da qualidade ambiental da zona costeira nos últimos anos tem como referência o Macrodiagnóstico da Zona Costeira[8], que diz respeito a informações, em escala nacional, sobre as características físico-naturais e socioeconômicas da região, com a finalidade de orientar ações de preservação, conservação, regulamentação e fiscalização. Oferece, assim, uma visão de conjunto espacializada do litoral. Agrega e inter-relaciona as informações básicas na escala da União, permitindo estabelecer interlocução e compatibilização das ações, programas e projetos – notadamente os federais – incidentes nessa porção do território nacional.

A concepção de risco ambiental na zona costeira envolve desde a ocorrência de catástrofes naturais e os impactos da alocação de fixos econômicos no território[9] até as resultantes das condições sociais de geração de pobreza com reflexo na saúde ambiental. A análise de risco ambiental deve ser vista como um indicador dinâmico das relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais, podendo ser considerada como resultante de três categorias básicas:

a) O Risco Natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, considerando o grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos.

b) O Risco Social, visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano, que contribuem para a degradação das condições de vida e consequente degradação das condições ambientais. Sua causa mais aparente está em precárias condições de habitabilidade, expressas na carência de acesso aos serviços básicos, tais como água tratada, esgotamento de resíduos e coleta de lixo. Ainda numa visão de longo prazo, pode atingir as condições de emprego, renda e capacitação técnica da população local como elementos fundamentais para o pleno desenvolvimento humano sustentável.

c) O Risco Tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida em curto, médio e longo prazo e em consequência de decisões de investimentos na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração, com amplas consequências, como explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos, como também a contaminação, em longo prazo, dos sistemas naturais, por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.

6.3.1.1 Risco Natural

Cerca de 60% dos eventos com causas naturais que atingiram o Brasil entre 1948 e 2006 estiveram relacionados com inundações fluviais ou avanços do mar. Os riscos de inundação nas regiões costeiras vinculam-se fortemente aos avanços do mar em face dos fenômenos naturais, induzidos pelas modificações do regime de ondas incidentes ou ainda pelo déficit de sedimentos que, em termos da dinâmica costeira, preservam ou alteram a estabilidade da linha de costa.

Os processos geomorfológicos naturais da zona costeira são acelerados pela ação antrópica na região. A associação entre erosão e urbanização envolve dois aspectos: o primeiro relaciona a erosão com interferências de obras costeiras no balanço sedimentar, e o segundo com fenômenos ou tendências erosivas relacionados à presença de uma orla "fixada" pela urbanização. A construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades, que tende a ser retomada pelo mar, traz sérios prejuízos socioeconômicos e ambientais (BRASIL, 2006).

A falta de suprimento sedimentar, uma das causas de processos erosivos, pode ter origem no esgotamento da fonte natural (plataforma continental interna), na retenção de sedimentos nos rios, na perda de sedimentos por formação de dunas ou na retenção de sedimentos por obras de engenharia. Um exemplo relacionado com a situação é a erosão costeira que se alastrou de Recife até a Ilha de Itamaracá, em Pernambuco, após a construção de um quebra-mar no porto de Recife e de espigões em Olinda (BRASIL, 2006).

[8] O Macrodiagnóstico da Zona Costeira é um dos instrumentos do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), conforme o Decreto nº 5.300/2004. Foram elaboradas duas versões, sendo a primeira em 1996 e a segunda em 2008.

[9] Portos, aeroportos, terminais, refinarias, fábricas, gasodutos, aquicultura, parques eólicos, estaleiros, entre outros.

Assim, as regiões costeiras que apresentam altitudes inferiores a 10 m, com a presença de erosão marinha, podem ser consideradas áreas com maior vulnerabilidade às inundações. O potencial de risco à inundação é produto da combinação de aspectos altimétricos com dados populacionais, acrescidos da avaliação dos graus de vulnerabilidade por eventos meteorológicos extremos, chuvas intensas e perspectivas de elevação do nível marinho. Quando se associa um cenário de intensa ocupação humana com as características ambientais da costa, as questões relacionadas às inundações revestem-se de maior relevância.

O Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil (BRASIL, 2008), revelou que em grande parte do território costeiro predominam relevos pouco elevados, conjugados a extensas áreas com baixas taxas de ocupação humana. Isso lhe confere, genericamente, um potencial de risco à inundação de nível médio a baixo, quadro que não necessariamente se confirmará ao persistirem padrões desordenados de ocupação do território, tais como os verificados nas áreas de maior concentração urbana, principalmente nas capitais e suas regiões metropolitanas.



Alberto Campos

Atlas de Vulnerabilidade às Inundações

Relatório produzido pelas Nações Unidas e pelo Banco Mundial (THE WORLD BANK, 2010) estima que, no mundo, cerca de 3,3 milhões de pessoas morreram em consequência de desastres naturais entre 1970 e 2010, com aumento significativo dos atingidos nas últimas duas décadas. No caso das Américas Central e do Sul, a incidência de inundações é responsável por mais de 40% do total de desastres registrados.

No Brasil, no tocante à ocorrência de desastres naturais, entre 2003 e abril de 2011, segundo dados da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec), foram emitidas 11.754 portarias de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP) devido à ocorrência de eventos críticos relacionados a aspectos hidrológicos e/ou meteorológicos nos municípios brasileiros. As secas e estiagens, seguidas pelos eventos relacionados às chuvas e cheias, foram os tipos de desastres naturais de maior incidência, sendo que estes últimos, por seu caráter repentino, associado a danos que se processam de maneira quase imediata, tendem a produzir maior número de vítimas fatais associado a um único evento.

Em 2009, o Brasil foi o sexto país a enfrentar o maior número de desastres naturais, segundo o Departamento para a Redução de Desastres das Nações Unidas (ONU), grande parte relacionados a chuvas, deslizamentos e enchentes. Os anos de 2010 e 2011 foram particularmente marcados pela significativa ocorrência desses eventos.

Ressalta-se que, embora os condicionantes das cheias e inundações tenham sua origem em fatores naturais, as intervenções antrópicas mostram-se determinantes no agravamento das consequências desses fenômenos. O uso e a ocupação das planícies naturais de inundação, a obstrução dos cursos d'água por obras hidráulicas inadequadas e pelo lançamento de lixo, a impermeabilização dos solos urbanos, entre outras, são ações que contribuem para agravar o impacto socioeconômico dos eventos. Como consequência, os problemas com inundações em cidades brasileiras tornam-se cada vez mais frequentes e intensos, acarretando prejuízos de ordem social, econômica e ambiental.

As Figuras A e B apresentam ocorrências de SE ou ECP motivadas por inundações, enchentes ou enxurradas, conforme dados da Sedec, para o período de janeiro de 2003 a abril de 2009. Observa-se na Figura A que os estados do Piauí e Santa Catarina possuem o maior percentual de ocorrências, atingindo, respectivamente, 100% e 97% do total de municípios costeiros. Os estados do Pará, São Paulo, Maranhão e Sergipe foram os que registraram menor ocorrência de decretações, respectivamente, 10%, 25%, 26% e 28%. No Estado do Amapá não se encontrou registros de decretações para os fenômenos considerados.

A Região Sul apresentou média de ocorrência de 72,3%, porcentagem acima da média nacional, que é de 44,5%. O menor percentual ficou na Região Norte: 5% dos municípios, em média. Exceto pelo Estado do Amapá, os eventos relacionados a inundações que culminaram em SE ou ECP encontram-se distribuídos ao longo das 16 unidades federadas da costa brasileira.

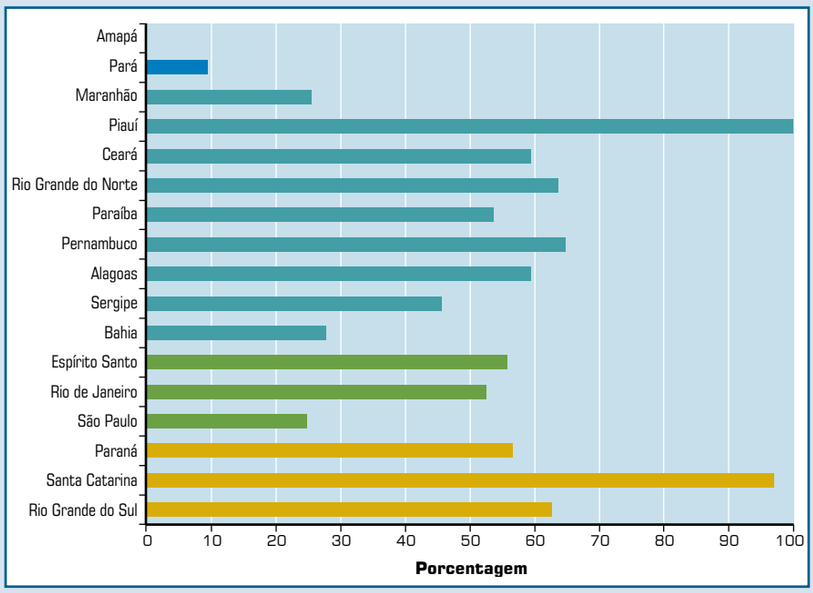


Figura A
Porcentagem de municípios costeiros que decretaram Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública devido à ocorrência de inundações, enchentes e enxurradas no período de janeiro de 2003 a abril de 2009, por Unidade da Federação.

Fonte: Secretaria Nacional de Defesa Civil

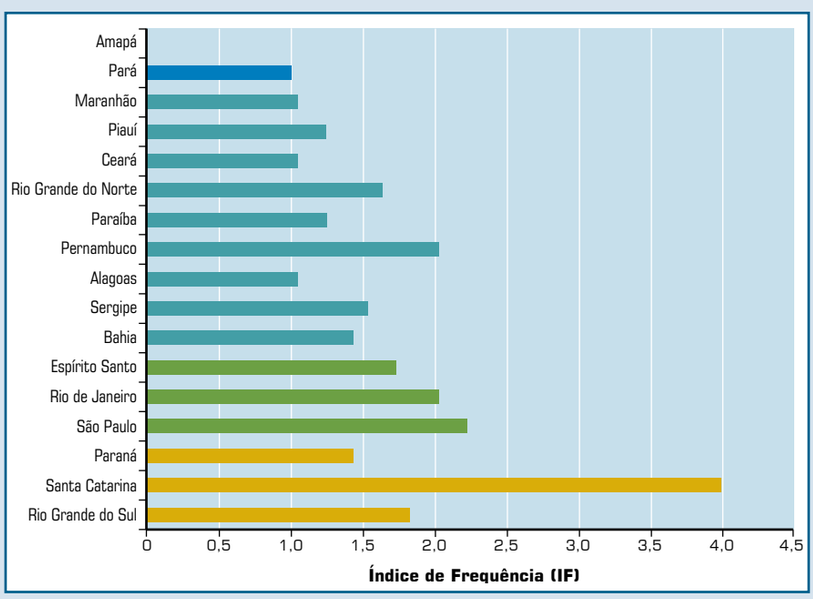


Figura B
Índice de Frequência (IF) de decretações de SE ou ECP devido à ocorrência de inundações, enchentes e enxurradas no período de janeiro de 2003 a abril de 2009, por Unidade da Federação.

Fonte: Secretaria Nacional de Defesa Civil

É importante destacar que não se encontram disponíveis dados relacionados aos impactos socioeconômicos gerados a partir das decretações levantadas, o que seria relevante para a avaliação não só quantitativa, mas também qualitativa dos prejuízos associados.

Para melhor representar a incidência dos fenômenos em análise, foi calculado o Índice de Frequência (IF) das ocorrências consideradas (Figura B). O IF é proveniente da divisão da quantidade de decretos emitidos pelo número de municípios declarantes. O valor mínimo do IF é 1, o que indica que cada município atingido efetuou uma única declaração de SE ou ECP no período. Dessa maneira, quanto maior o valor do índice, com relação à unidade, maior a incidência de eventos no período, em um ou mais municípios afetados.

Observa-se, a partir da Figura B, que o Estado de Santa Catarina, com IF 4, destaca-se dos demais com relação à frequência de decretações de SE ou ECP, sendo mais que o dobro do IF médio das UFs declarantes, cujo valor é 1,7.

Dessa forma, estudos de cheias são itens essenciais a serem considerados no planejamento urbano e nos planos de desenvolvimento das bacias hidrográficas. É fato que o primeiro passo para a prevenção de eventos críticos passa pelo conhecimento das áreas susceptíveis a sua ocorrência. Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas (ANA), com o intuito de planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de inundações, em apoio aos estados e municípios, está elaborando o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, de âmbito nacional. Esse instrumento servirá de guia para o planejamento das ações públicas de prevenção, controle e mitigação de cheias tanto na forma de políticas públicas quanto na implantação de infraestrutura de controle de cheias e de medidas não estruturais como sistemas de alerta e mapeamento de risco.

Embora o recorte espacial do Atlas não seja particularmente a zona costeira, certamente contribuirá para o aperfeiçoamento de sua gestão, dado que, entre outros benefícios, disponibilizará informações valorosas para aperfeiçoar os instrumentos com foco na gestão integrada da faixa litorânea, auxiliará no planejamento do uso e ocupação do solo e na prevenção dos eventos críticos de cheias, fornecendo os meios para a concepção de medidas de convivência e controle das inundações. Cabe ainda destacar que a ANA mantém uma Sala de Situação onde são analisados dados e informações hidrometeorológicas para apoio à tomada de decisão. Também consolidará, em um sistema de informações, os dados referentes a cheias e seus impactos, permitindo uma visão integrada e global.

6.3.1.2 Risco Social

A acelerada urbanização da zona costeira nas últimas décadas não foi acompanhada por uma equivalente oferta de serviços básicos. Assim, a maioria dos municípios, seja ou não parte de grandes concentrações metropolitanas, não dispõe de sistemas eficientes de esgotamento sanitário ou coleta de resíduos.

Esse crescimento urbano se expressa, notadamente, no adensamento das periferias e do entorno dos grandes centros urbanos, que são áreas críticas para a gestão corretiva da zona costeira, em função de baixíssimos níveis de qualidade de vida da maior parte da população nessas aglomerações.

Segundo o Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil, a população exposta ao risco social é aquela parcela da população dos municípios costeiros com renda inferior a três salários mínimos, carente em matéria de serviços de saneamento e coleta de lixo. Portanto, estima-se que cerca de 30 milhões de brasileiros residentes na zona costeira estejam em condições inadequadas de moradia, sem acesso aos serviços básicos e expostos a outros contaminantes ambientais como a poluição por produtos químicos e a poluição atmosférica.

Os maiores níveis de risco social estão em distritos das capitais e municípios pertencentes a áreas metropolitanas. A Região Sudeste possui quase metade de seus municípios costeiros (48,5%) incluída nas classes de risco considerado alto e muito alto. Isso representa 26% da sua população costeira incluída nessa classe de risco. Na Região Nordeste, onde se concentra o maior número de municípios costeiros, 18% deles apresentam maiores níveis de risco social, atingindo 25% de sua população costeira. A Figura 6.9 sintetiza o risco social na zona costeira, por região, município e população exposta.

Com relação ao contingente populacional exposto ao risco social, as regiões mais problemáticas são Sudeste e Nordeste, com 14 milhões e 12 milhões de habitantes, respectivamente. Os estados do Rio de Janeiro e do Amapá apresentam mais de 70% da sua população exposta ao risco social.

Outra questão que também se associa fortemente aos serviços urbanos é o crescimento do setor de turismo e a consequente expansão da rede hoteleira, principalmente na Região Nordeste e, em segundo plano, na Região Sudeste. O turismo é considerado como expressiva atividade econômica e, por consequência, importante fonte de receitas para regiões tão carentes de recursos. Em Natal (RN), por exemplo,

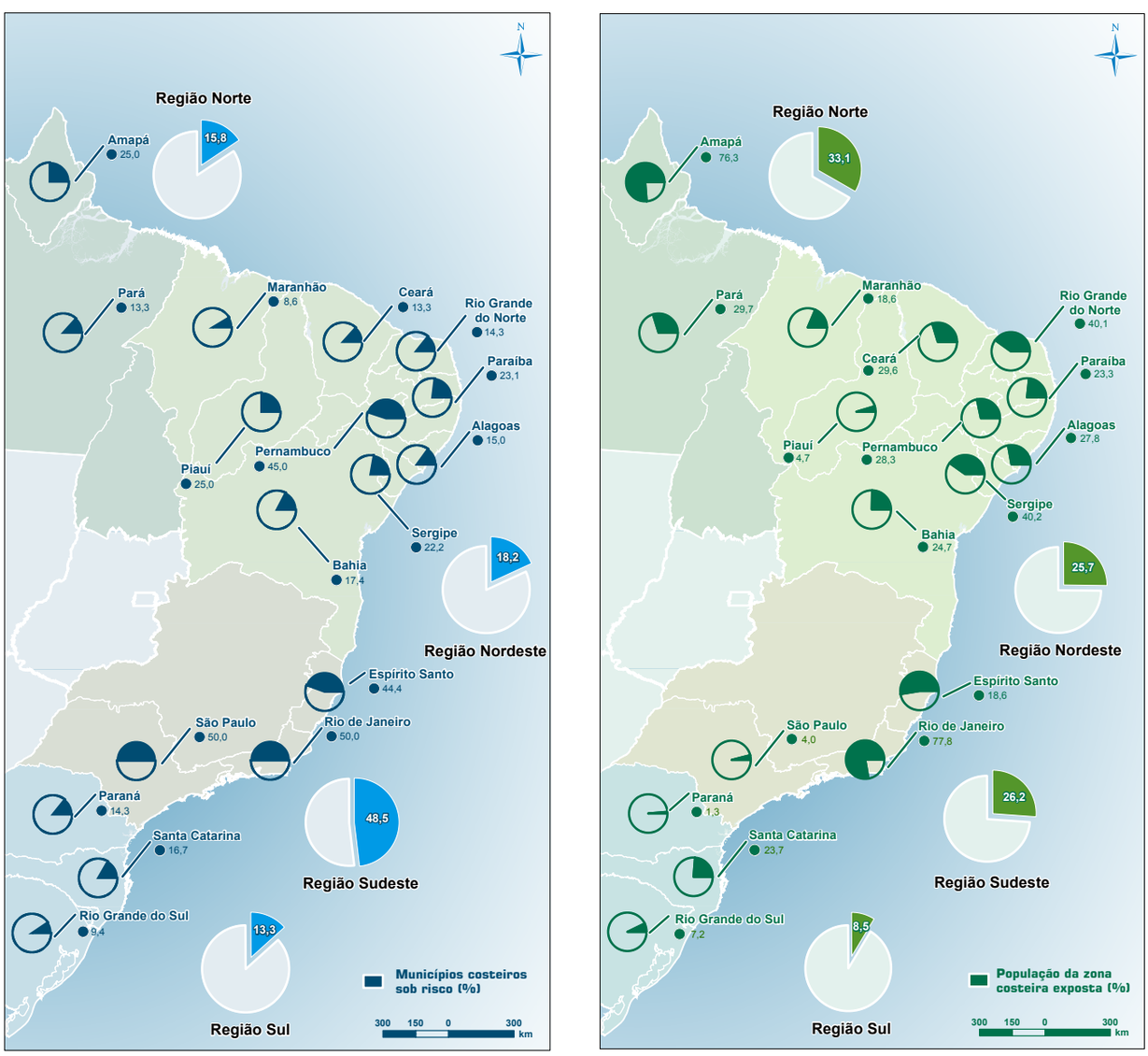


Figura 6.9 Risco social alto e muito alto na zona costeira (por região, município e população exposta).
Fonte: Macrodiagnóstico da zona costeira e marinha do Brasil (BRASIL, 2008)

segundo a administração local, o fluxo de turistas aumentou 30,8% de 2003 para 2004, significando aumento real de 1,7 milhão de pessoas com impacto direto e indireto na geração de resíduos e nas demandas por esgotamento sanitário.

Áreas de baixo adensamento demográfico, habitadas por comunidades tradicionais, estão sendo, gradativamente, incorporadas à economia de mercado. A especulação imobiliária contribui para o deslocamento de populações locais (pescadores, agricultores e extrativistas) devido à perda dos rendimentos de suas atividades tradicionais. Tais populações passam a ocupar áreas ambientalmente frágeis como beira de córregos, encostas deslizantes, dunas, várzeas inundáveis e áreas de proteção dos mananciais, contribuindo para a degradação ou até para sua destruição.



Diogo Lagroteria

Sistemas de Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários em Ambientes Costeiros

A qualidade das águas costeiras tem sofrido intenso processo de degradação pelo lançamento de esgotos domésticos, sem qualquer tratamento, por despejos diretos ou por sistemas de drenagem pluvial nas últimas décadas. Isso é resultado do adensamento populacional nas áreas litorâneas sem infraestrutura de esgoto adequada. A contaminação dessas regiões deve-se a sua ligação com sistemas lagunares poluídos tanto pela falta quanto pela ineficiência de redes coletoras e de tratamentos de esgotos.

Os sistemas de esgotamento sanitário objetivam minimizar os impactos decorrentes da poluição dos cursos d'água, no que diz respeito tanto à preservação do meio ambiente quanto à promoção de melhores condições de saúde pública. Entretanto, de acordo com Gonçalves e Souza (1997), as estações convencionais de tratamento de esgotos sanitários permitem o tratamento de pequenas ou grandes vazões, em menor tempo e espaço, porém com o emprego de elevadas quantidades de energia elétrica e mecânica. Isso encarece os custos de implantação e operação e as despesas com manutenção, principalmente nas regiões costeiras onde a intensa ocupação do solo não disponibiliza espaço nem sequer para o tratamento do próprio esgoto gerado. Por mais abrangentes que sejam as redes coletoras e mais eficientes os sistemas de tratamento de esgotos, a elevada carga orgânica existente, em decorrência da alta concentração populacional, é capaz de comprometer e impactar os ecossistemas fluviais, lagunares, estuarinos e as praias adjacentes, expondo a população ao risco por meio do contato com águas contaminadas.

A disposição oceânica pelos emissários submarinos é apontada como alternativa para o destino final de efluentes sanitários previamente tratados, em virtude da capacidade de dispersão e depuração da matéria orgânica no ambiente marinho. Essa capacidade reside na intensa energia disponível no meio marinho, para a dispersão do efluente em função da ação das correntes, na disponibilidade suficiente de oxigênio dissolvido e na apresentação como ambiente hostil à sobrevivência de microrganismos.

Como exemplos de emissários submarinos brasileiros, atualmente há sete em funcionamento no litoral paulista: dois em Praia Grande; um em Santos; um no Guarujá; dois em São Sebastião e um em Ilhabela. No Rio de Janeiro, os principais emissários são os da Barra da Tijuca, Ipanema e Icaraí. A região de Salvador (BA) conta com os emissários do Rio Vermelho e Boca do Rio.

6.3.1.3 Risco Tecnológico

A densidade da estrutura produtiva em áreas determinadas da zona costeira contribui sobremaneira para agravar o risco ambiental. Em escala regional, o principal fator de risco está associado à concentração espacial do equipamento produtivo e energético em zonas e centros industriais. A associação de centrais energéticas com terminais especializados e complexos industriais aumenta o risco de acidentes, bem como favorece a exposição, em longo prazo, da população a substâncias tóxicas na água e no ar.

Nesse sentido, o Macrodiagnóstico (BRASIL, 2008) relaciona as áreas de risco tecnológico com a concentração produtiva no trecho entre Santos (SP) e Macaé (RJ), onde estão presentes campos de extração, terminais e dutos de petróleo e gás, usinas termoelétricas e nucleares, e expressiva concentração dos complexos químico e metal-mecânico.

O deslocamento do complexo químico para o litoral nordestino no eixo Salvador-Aracaju-Maceió, associado à expansão da fronteira energética no litoral, resulta em expressiva concentração de dutos, terminais e fábricas. O entorno do Recôncavo Baiano e cidades como Aracaju (SE), Maceió (AL), Recife-Cabo (PE) e Macau-Guamaré (RN) são expressões marcantes desse processo, em que o equipamento energético associado ao produtivo potencializa as condições de risco ambiental de origem tecnológica.

Da mesma maneira, aponta-se para a expansão da fronteira energética em direção ao litoral sul, com o aumento da prospecção na Bacia de Santos, a construção de gasodutos, a ampliação da indústria química em Paranaguá (PR) e do Polo Petroquímico de Triunfo, nas vizinhanças de Porto Alegre (RS), onde a concentração de indústrias químicas, de papel e celulose e de couro e calçados, todas de elevado potencial poluidor, aumenta substancialmente o risco ambiental.

O papel do porto de Rio Grande (RS) nessa porção do território, em que os níveis de risco apresentados são relevantes, deve ser considerado em conjunto com a área metropolitana de Porto Alegre, no que diz respeito ao sistema lagunar, onde está situado. As possibilidades de incremento da movimentação de energia e mercadorias, e a implantação de novas indústrias na área em função de sua posição quanto ao Mercosul são elementos particulares que provavelmente intensificarão o grau de risco tecnológico do litoral sul nas próximas décadas.

O trecho da zona costeira entre Mucuri, no litoral sul da Bahia, até o centro-norte do Espírito Santo, principalmente no entorno das cidades capixabas de Linhares e Aracruz, está se especializando na produção de celulose para o mercado externo, como se observa pela concentração de equipamentos do setor, destacando-se, ainda, pelas dimensões contínuas das áreas plantadas.

A associação entre os complexos metal-mecânico e de papel e celulose tende a diferenciar o litoral dos estados do Pará e do Maranhão, com grandes investimentos na produção de minerais metálicos como o ferro e o alumínio, associados às grandes extensões plantadas para a produção de celulose. Isso está elevando o potencial de risco da área costeira em pontos críticos, como o caso de Barcarena, no Pará, ou São Luís, no Maranhão.

A dimensão regional da componente tecnológica do risco ambiental exige medidas de prevenção de acidentes e monitoramento efetivo da presença de metais pesados, matéria orgânica e nutrientes nas baías e estuários, por parte das empresas que operam na zona costeira, em consonância com as diretrizes e normativas dos órgãos governamentais. Em alguns trechos, já foram detectados níveis críticos de contaminação em organismos vivos, tais como no Sistema Lagunar Patos-Mirim-Mangueira (RS), no Estuário do Rio Itajaí (SC) e na Baía de São Francisco (SC).

6.3.2 Produção *Offshore* de Petróleo e Gás

A produção atual de petróleo e gás natural nas bacias marítimas responde pela maior parte do total nacional. A Bacia de Campos é responsável por aproximadamente 84% da produção de petróleo e abriga cerca de 80% das reservas de petróleo já descobertas no Brasil. Em termos de área, as bacias sedimentares marítimas se estendem por 1.550.000 km^2 do Mar Territorial à Zona Econômica Exclusiva, sendo a metade (770.000 km^2) situada em águas de até 400 m de profundidade e o restante (780.000 km^2) em águas profundas a ultraprofundas (entre 400 m e 3.000 m).

As recentes descobertas na província do pré-sal reforçam a importância estratégica das reservas marinhas diante dos objetivos setoriais, com reflexos na própria política nacional de produção de petróleo e gás.

Nesse contexto, o cenário brasileiro representa grande oportunidade de aprimoramento do trato da questão ambiental no planejamento da exploração e produção (E&P) de óleo e gás. Pela primeira vez, é possível afirmar que todas as atividades de exploração e produção desses pro-



Petrobrás

dutos estão regularmente licenciadas ou em processos regulares de ajustamento de conduta. Somente a partir dessa plena regularização será possível avançar na discussão de novos modelos e patamares de gestão ambiental para o setor.

Contudo, em que pesem os avanços obtidos, o desenvolvimento do setor petrolífero no ambiente marinho implica interações ambientais complexas que incluem a poluição crônica, o potencial de acidentes envolvendo derramamentos de óleo e os impactos decorrentes de atividades acessórias necessárias à viabilidade da E&P. Em outras palavras, a presença da indústria de óleo e gás não se restringe à área de produção. Deve-se considerar, também, o transporte de óleo por navios, a intensa movimentação das embarcações de apoio, o lançamento e a instalação de dutos, prospecções sísmicas, bem como o impacto potencial das refinarias e unidades de produção de gás natural situadas na zona costeira. Associa-se a essa complexidade o fato de a cadeia produtiva da indústria de óleo e gás atrair mão de obra, fornecedores e serviços, levando ao crescimento exponencial da ocupação, com o adensamento das áreas costeiras.

No litoral, entre os registros de acidentes, as ocorrências envolvendo derramamentos de óleo e seus derivados são as mais frequentes, conforme os Relatórios de Acidentes Ambientais elaborados pelo Ibama. Os derramamentos têm como principais fontes as plataformas (43,5%), as embarcações (31,1%), os portos (19,3%) e as manchas órfãs[10] (4,7%), conforme a Figura 6.10.

Os impactos dos acidentes com produtos perigosos em ambientes costeiros incluem, entre outros, danos físicos e químicos a espécies costeiras e marítimas, danos às praias e à navegação, danos socioeconômicos, à saúde humana e paisagísticos.

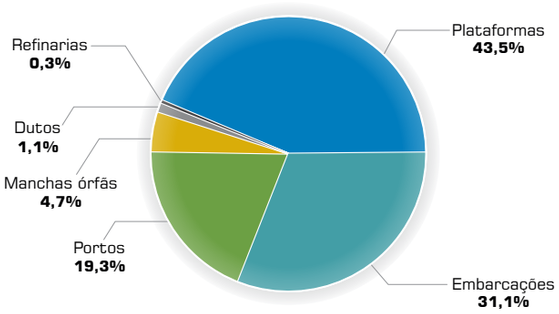


Figura 6.10 Fontes de derramamentos de óleo em ambiente costeiro (2006-2011).

Fonte: Ibama

Cartas SAO – Sensibilidade Ambiental ao Óleo

O risco ambiental por derramamentos de óleo caracteriza-se pela magnitude de acidentes ocorridos e pela expansão das atividades de exploração, produção, transporte, refino e armazenamento de petróleo e seus derivados. Para minimizar os efeitos negativos sobre o ambiente e sobre as atividades socioeconômicas como a pesca, aquicultura, turismo e lazer, vêm sendo desenvolvidas ações para direcionamento dos instrumentos de controle, ordenamento territorial e de avaliação ambiental estratégica. Entre elas, a identificação e classificação dos segmentos costeiros e hábitats submersos, de acordo com seu grau de sensibilidade e vulnerabilidade a esse tipo de impacto, assim como a realização de inventários de recursos biológicos e de atividades socioeconômicas que podem ser afetados por um incidente de poluição por óleo.

O mapeamento de áreas sensíveis insere-se nesse contexto como ferramenta que perpassa o ciclo de decisões de planejamento, desenvolvimento e monitoramento ambiental da indústria do petróleo, com destaque para a regulação e o gerenciamento de risco. As Cartas SAO são documentos de uso obrigatório no planejamento de contingência, na avaliação geral de danos e na implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo na zona costeira e nas áreas marítimas sob jurisdição nacional.

O MMA, para a elaboração das Cartas SAO, implementou o Plano Cartográfico para o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Zona Costeira e Marinha, que toma como unidade as bacias marítimas. Em 2003, teve início a confecção das primeiras Cartas SAO para as bacias marítimas do Ceará e Potiguar (CEP). Em 2007, foram concluídos os trabalhos na Bacia Marítima de Santos (SAN) e, em 2010, na Bacia Marítima do Espírito Santo (ESP). As bacias marítimas do sul da Bahia (CAL) e as de Sergipe/Alagoas – Pernambuco/Paraíba (SAPP) estão sendo mapeadas e têm previsão de conclusão dos trabalhos em 2012. As bacias marítimas da Foz do Amazonas (FZA), do Pará – Maranhão/Barreirinhas (PAMA-BAR), de Campos (CAM) e a de Pelotas (PEL) estão em fase inicial de desenvolvimento, com a previsão de entrega para 2014, quando estará concluído o mapeamento de sensibilidade de toda a costa brasileira.

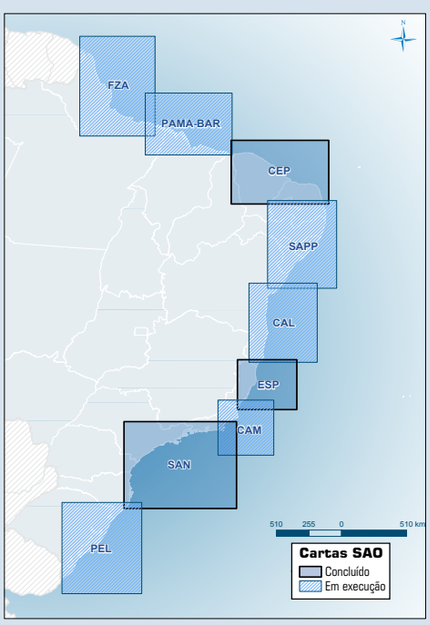


Figura A Situação do mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo na zona costeira e marinha.

Fonte: Adaptado de Brasil (2004)

[10] Mancha órfã é aquela em que não há identificação da fonte poluidora.

6.4 Gestão Ambiental

Com a finalidade de coordenar os assuntos referentes ao aproveitamento dos recursos do mar brasileiro, foi criada a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) pelo Decreto nº 74.557, de 12 de setembro de 1974. Esse colegiado, coordenado pelo Comandante da Marinha, é atualmente composto por representantes de 18 órgãos da Administração Pública federal direta.

Coube à CIRM elaborar a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), aprovada pelo Executivo Federal em 12 de maio de 1980. A atual PNRM, promulgada pelo Decreto nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005, tem o objetivo de orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento sustentável dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental, de acordo com os interesses nacionais, com vistas ao desenvolvimento socioeconômico do País.

A execução da PNRM é desdobrada em outros planos, como o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (Leplac); o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC); e o Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM). Ademais, a comissão é, ainda, responsável pela condução do Programa Antártico Brasileiro (Proantar), em consonância com a Política Nacional para Assuntos Antárticos (Polantar).

O Leplac tem como propósito fundamental estabelecer o limite exterior da Plataforma Continental Brasileira no seu enfoque jurídico, ou seja, determinar a área marítima, além das 200 milhas náuticas, na qual o Brasil exercerá direitos de soberania para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais do leito e subsolo marinhos. Em conformidade com essa moldura jurídica, as atividades do Leplac são desenvolvidas conjuntamente pela Marinha do Brasil, Petrobras e comunidade científica brasileira.

O PNGC, decorrente da PNRM e também da Política Nacional do Meio Ambiente, visa orientar a utilização racional dos recursos e a gestão da zona costeira, contribuindo para elevar a qualidade de vida da população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, além da defesa e utilização sustentável de todos os ecossistemas desse patrimônio nacional. No âmbito da CIRM, cabe ao Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco) orientar o uso sustentável e a gestão desse espaço, por meio da implementação do Plano de Ação Federal da Zona Costeira.

O PSRM é um plano plurianual cujo intuito é integrar o mar ao espaço brasileiro, por intermédio das atividades de monitoramento oceanográfico e climático, de pesquisa, de exploração e conservação de seus recursos naturais. Contribui, ainda, na formação de recursos humanos na área de Ciências do Mar, bem como influencia no fortalecimento de ações educativas e de divulgação voltadas a essa ciência, ressaltando a importância e as riquezas dos recursos do mar.

O VIII PSRM, com vigência de 2012 a 2015, constitui um aprimoramento do plano anterior e introduz novo modelo de gestão participativa e integrada, com vários ministérios, órgãos de fomento, comunidade acadêmica, científica e iniciativa privada representados tanto na elaboração quanto na execução de ações conjuntas. Assume, ainda, compromisso voltado ao desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação nesse campo do conhecimento, com monitoramento oceanográfico e climático, e com a disponibilização de dados e informações em tempo real para a sociedade, além de um olhar mais apurado para os recursos presentes na zona costeira.

A CIRM desenvolve, ainda, outras ações estratégicas para o País, que também possuem o viés da sustentabilidade ambiental, além da vertente econômica. O Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Remplac) visa possibilitar a utilização sustentável dos recursos não vivos ali existentes. O Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (Pro-Area) tem por propósito identificar e avaliar a potencialidade mineral de regiões com importância econômica e político-estratégica que estão localizadas na Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial, denominada Area.



Jailton Dias

Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM)

O PSRM desenvolve diversas ações voltadas para o ambiente marinho e costeiro, atualizadas no VIII Plano a ser executado no período compreendido entre 2012-2015:

Biotecnologia Marinha (Biomar)

Coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), tem por objetivo promover e fomentar o estudo e a exploração sustentável do potencial biotecnológico da biodiversidade marinha existente nas águas jurisdicionais brasileiras e em áreas de interesse nacional, visando ao desenvolvimento científico, tecnológico e econômico do País.

Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (Revimar)

Coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por intermédio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), tem como objetivo avaliar, monitorar e promover a conservação da biodiversidade marinha, com enfoque ecossistêmico, visando ao estabelecimento de bases científicas e ações integradas capazes de subsidiar políticas e programas de conservação e estratégias de gestão compartilhada para o uso sustentável dos recursos vivos.

Aquicultura e Pesca (Aquipesca)

Coordenada pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), tem o propósito de articular, em ambiente cooperativo interministerial, a execução de ações prioritárias do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Pesca e Aquicultura, a fim de qualificar mão de obra pesqueira, adequar o esforço de pesca e incentivar a maricultura.

Pesquisas Científicas nas Ilhas Oceânicas

Atualmente, existem dois programas de pesquisas voltados especificamente para as ilhas oceânicas, a fim de contribuir para a conservação dos seus ecossistemas terrestres e marinhos e os direitos de soberania sobre a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental, em particular, no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).

- Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Pró-Arquipélago)

Coordenado pela Marinha do Brasil, tem como propósito garantir a presença humana no ASPSP, por meio da condução de um programa contínuo e sistemático de pesquisas na remota região.

- Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (Pró-Trindade)

Coordenado pela Marinha do Brasil, com o propósito de desenvolver pesquisas científicas na Ilha da Trindade, Arquipélago de Martin Vaz e área marítima adjacente.

Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos e Clima (GOOS/Brasil)

Coordenado pela Marinha do Brasil, foi criado para ampliar e consolidar um sistema de observação permanente dos oceanos, zona costeira e atmosfera, a fim de aprimorar o conhecimento científico, disponibilizar os dados coletados e subsidiar estudos, previsões e ações, contribuindo para reduzir riscos e vulnerabilidades decorrentes de eventos extremos, da variabilidade do clima e das mudanças climáticas que afetam o Brasil.

Formação de Recursos Humanos em Ciências do Mar (PPG-MAR)

Coordenada pelo Ministério da Educação (MEC), tem o propósito de fortalecer a formação de recursos humanos qualificados para promover o conhecimento sobre os componentes, processos e recursos dos ambientes marinho e costeiro. Esta ação transversal é primordial para a consolidação das demais atividades desenvolvidas no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

Promoção da Mentalidade Marítima (Promar)

Coordenada pela Secirm, visa divulgar sistematicamente as atividades voltadas para o pleno conhecimento das riquezas e potencialidades do mar e contribuir para o fortalecimento da mentalidade marítima e consciência ambiental do povo brasileiro.

6.4.1 A Gestão Costeira no Brasil

A atividade de gerenciamento costeiro no Brasil é relativamente antiga. A confluência de interesses a partir da Lei nº 6.938/81 concretiza-se com a promulgação da Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), elaborado pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

Em 1990, ocorreu a passagem do PNGC para a área ambiental, consolidada por meio da Resolução CIRM nº 01/90, aprovada pelo Conama. Essa resolução, posteriormente atualizada pela Resolução CIRM nº 05/97, estabelece os instrumentos de execução e reafirma a necessidade de gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, as atividades antrópicas na zona costeira e sua compatibilização com o meio ambiente. Esse caráter de distribuição de papéis é fundamental, salientando a relevância do equacionamento das relações entre os diversos atores da zona costeira, em perfeito entendimento entre as diversas esferas federativas e da sociedade que vive na região, de maneira a estabelecer compromissos e critérios de ação. Posteriormente, o Decreto nº 5.300, de 2004, regulamentador da Lei

nº 7.661, de 1988, traz para o cenário jurídico competências específicas e compartilhadas entre as esferas governamentais, além do detalhamento sobre os instrumentos que compõem a gestão costeira no País.

O MMA, órgão central do Sisnama, coordena a execução do PNGC, articulando ações federais com os governos dos 17 estados litorâneos, por meio dos seus respectivos órgãos ambientais no papel de executores estaduais, que buscam integrar suas ações com os respectivos municípios.

As ações federais estão detalhadas no Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF), sob responsabilidade do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco), no qual estão estabelecidas ações, responsabilidades e arranjos institucionais para execução. No GI-Gerco, em função da abrangência institucional e temática, estão representadas outras esferas e instituições além de órgãos federais. Para facilitar a interlocução com os estados e municípios, participam do grupo a Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (Abema); um representante das 17 coordenações estaduais de gerenciamento costeiro; e a Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente (Anamma). O setor acadêmico também conta com uma representação, além da Petrobras, do Ministério Público e da sociedade civil, por indicação do Conama.

O Papel dos Estados Litorâneos

Os estados também envidaram esforços para implementar seus instrumentos apoiados pelo Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA e PNMA II), com investimentos na ordem de R$ 11.000.000,00 (onze milhões de reais) entre 1990 e 2006.

A Tabela A apresenta a situação atual dos instrumentos do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro nos 17 estados. Observa-se que oito possuem Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (AP, RN, PB, PE, ES, SP, PR, SC) e oito têm Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro finalizado (CE, RN, PB, PE, SP, PR, SC e RS). No que diz respeito à elaboração do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (PGI), até o momento, 84 municípios costeiros realizaram seus planos. Os estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Pernambuco apresentam a maior quantidade de municípios atendidos. Um dos fatores que influenciam na realização dos PGIs é a presença da Comissão Técnica Estadual (CTE) fortalecida, para realizar a sensibilização dos municípios bem como apoiar o processo de elaboração dos PGIs e sua implementação.

Tabela A Situação da implementação dos instrumentos de gestão nos estados costeiros.

Estado	PEGC	PMGC	SIGERCO	SMA	RQA	ZEEC	PGI
AP		Não		Não	Não	Não	2
PA	Não	Não	Não	Não	Não	Não	5
MA	Não	Não	Não		Não	Não	0
PI	Não	Não	Não	Não	Não	Não	4
CE	Não	Não	Não	Não	Não		4
RN		Não	Não		Não		13
PB		Não	Não		Não		5
PE		Não					9
AL	Não	Não	Não	Não	Não	Não	1
SE	Não	Não	Não		Não	Não	2
BA	Não	Não	Não	Não	Não	Não	3
ES		Não	Não	Não	Não	Não	1
RJ	Não	Não	Não		Não	Não	16
SP		Não	Não		Não		4
PR		Não	Não	Não	Não		3
SC		3	Não	Não	Não		8
RS	Não	Não			Não		4

Fonte: Pesquisa estados costeiros, MMA e Ibama

Nota: PEGC - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro; PMGC - Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro; SIGERCO - Sistema de Informação do Gerenciamento Costeiro; SMA - Sistema de Monitoramento Ambiental; RQA - Relatório de Qualidade Ambiental; ZEEC - Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro; PGI - Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima.

A análise do levantamento efetuado nas 17 coordenações estaduais de gerenciamento costeiro permite retratar, basicamente, que, à exceção de dois parâmetros (qualidade da água superficial e balneabilidade de praias), não há continuidade em projetos de monitoramento, uma vez que a tendência é a execução de levantamentos específicos para algum parâmetro, e por tempo determinado, em face dos recursos disponíveis. Essa realidade pouco se alterou desde 2005, quando foi sistematizado um primeiro levantamento e discutidas algumas sugestões para o fortalecimento de questões referentes ao monitoramento ambiental e à realização do Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira.

O MMA é responsável pela elaboração, em âmbito federal, de instrumentos previstos no Decreto nº 5.300/2004, como o Macrodiagnóstico da Zona Costeira. A estrutura do Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (Sigerco), concebida para operar de forma descentralizada e compartilhada com os estados, está atualmente em recuperação para ser disponibilizada. Importante lacuna se apresenta em relação ao Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA), o qual, quando implementado, deve se reverter em relevante instrumento para a manutenção da qualidade ambiental.

Cabe também à Gerência Costeira, no MMA, o desenvolvimento de alguns projetos previstos no PAF, como a proposição e harmonização de metodologias para elaboração de instrumentos em níveis regionais ou estaduais, permitindo a comparação de resultados. Assim, trabalha-se, por exemplo, na compatibilização metodológica entre o zoneamento ecológico-econômico costeiro e o territorial, e na elaboração de diretrizes para mapeamento de vulnerabilidades da zona costeira às mudanças climáticas, em escala local. A Gerência Costeira responsabiliza-se ainda pela elaboração de macrodiretrizes de ocupação daquela zona, além da coordenação do Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla), em parceria com a Secretaria do Patrimônio da União (SPU) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

A estratégia do MMA para o ordenamento ambiental territorial da costa está estruturada de forma a compatibilizar uma governança que articule e fortaleça o Sisnama em parceria com a sociedade civil. A estratégia estabelece como função do MMA a provisão de coordenação e suporte técnico para apoiar a gestão costeira e marinha em esferas local, regional e nacional.

6.4.2 Unidades de Conservação em Ambientes Costeiros e Marinhos

As unidades de conservação somam atualmente uma área de aproximadamente 1,5 milhão de km², protegendo 17% do território continental, e 1,5% do território marinho brasileiro (Mar Territorial + Zona Econômica Exclusiva). Entre as 1.588 unidades de conservação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc), 98 protegem áreas marinhas e 176 protegem ambientes costeiros[11]. Das 98 unidades de conservação que abrangem ambientes marinhos, 36 pertencem a categorias de manejo de proteção integral (aproximadamente 5 mil km²) e 62 de uso sustentável (aproximadamente 49 mil km²) e das 176 UCs em ambientes costeiros, 54 são de proteção integral (aproximadamente 7 mil km²) e 122 são de uso sustentável (aproximadamente 53 mil km²) (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 Percentual da área protegida em unidades de conservação federais, estaduais e municipais em ambientes costeiros e marinhos.

Unidades de Conservação	Ambientes Marinhos (3.555.796 km²)			Ambientes Costeiros (151.044 km²)			Total (3.706.840 km²)		
	Quant	Área (km²)	Área (%)	Quant.	Área (km²)	Área (%)	Quant.	Área (km²)	Área (%)
Proteção Integral	36	4.917	0,1%	54	6.922	4,6%	90	11.909	0,3%
Uso Sustentável	62	49.672	1,4%	122	53.297	35,3%	184	102.969	2,8%
Total	**98**	**54.589**	**1,5%**	**176**	**60.289**	**39,9%**	**274**	**114.878**	**3,1%**

Fonte: MMA

Embora o território marinho seja equivalente a quase metade do território terrestre brasileiro, a proteção pode ser ainda considerada crítica. Vimos que apenas 1,5% dos 3,5 milhões km² do território marinho está sob proteção em unidades de conservação. Os ambientes costeiros estão bem mais protegidos com 39,9% dos seus 151.044 km². Entretanto, se somarmos com a área marinha brasileira, o percentual de área protegida pode chegar a no máximo 3,1% (BRASIL, 2010).

Apesar do reduzido percentual de proteção, as unidades de conservação marinhas possuem importância estratégica para proteção da biodiversidade brasileira. Elas têm sido estabelecidas com a finalidade de proteger hábitats singulares ou com alta complexidade biológica, hábitats com presença de espécies ameaçadas de extinção, além de servir como instrumento para a recuperação dos estoques pesqueiros, bem como regular o acesso e o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais.

As unidades de conservação marinhas necessitam de medidas adequadas de gestão e monitoramento de seus limites, como forma de garantir a manutenção dos seus bens e serviços ambientais. Um grande desafio é lidar com diversas atividades praticadas no ambiente circundante que acabam por afetar o interior da unidade. Os ambientes costeiros e marinhos funcionam, naturalmente, como sistemas abertos, interconectados bio, física e geoquimicamente.

Um passo importante para o aumento da representatividade das unidades de conservação costeiras e marinhas no Brasil é sua expansão ao longo da costa brasileira tanto em número de unidades como em extensão territorial. Paralelamente a essa necessidade, esforços para a implementação das unidades devem ser intensificados, uma vez que, segundo dados do Instituto Chico Mendes, apenas um terço das unidades costeiras e marinhas federais dispõem de plano de manejo.

A existência do plano de manejo possibilita à unidade atingir adequadamente os objetivos para os quais foi criada. Esse instrumento de gestão deve promover a integração da unidade de conservação à vida econômica e social das comunidades vizinhas, pois é um documento que não se limita a abranger somente o interior da área, mas também as zonas de amortecimento das unidades de conservação e os corredores ecológicos.

[11] Foram considerados os ambientes do estudo sobre representatividade dos ecossistemas costeiros, citado no item 6.1 (BRASIL, 2010).

Representatividade das Unidades de Conservação Marinhas e Costeiras Federais

A distribuição atual das unidades de conservação marinhas e costeiras federais (UCMCs) apresenta-se pronunciadamente desigual sob o ponto de vista da representatividade ecológica. Considerando a divisão proposta pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), que delimitou os grandes ecossistemas marinhos mundiais (Large Marine Ecosystems - LME), com base nas suas condições ambientais específicas (EKAU, 2003), verifica-se que os ecossistemas marinhos no Brasil podem ser divididos em três grandes setores: Plataforma Continental Norte (do Oiapoque/AP ao delta do Parnaíba/PI-MA), Plataforma Continental Leste (deste limite ao Cabo de São Tomé/RJ) e Plataforma Continental Sul (deste limite até o Chuí/RS).

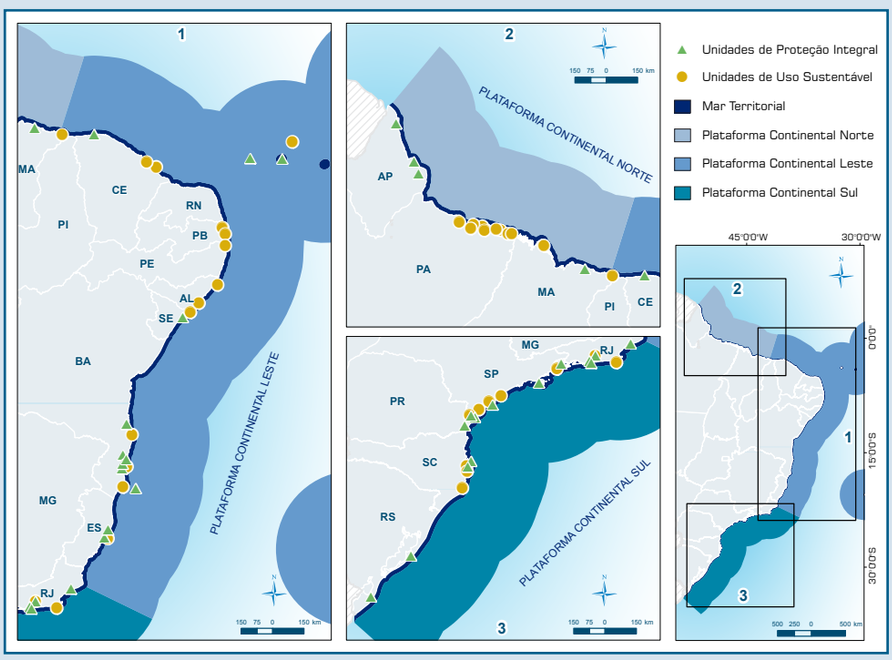


Figura A Unidades de conservação marinhas e costeiras, segundo as ecorregiões marinhas.

Fonte: Instituto Chico Mendes

Considerando somente as unidades de conservação federais, a distribuição desigual é evidenciada por um gradiente latitudinal decrescente de ocorrência das UCMCs entre a Plataforma Continental Norte (contendo aproximadamente 5,2% de UCMCs em termos de área) e a Plataforma Continental Sul (contendo menos que 0,5% de UCMCs em termos de área).

Tabela A Representatividade das UCMCs federais, segundo os ecossistemas marinhos mundiais.

Setor	Categoria	Percentual sob proteção
Plataforma Continental Norte	UCMCs US	4,6%
	UCMCs PI	0,6%
	Total	5,2%
Plataforma Continental Leste	UCMCs US	0,7%
	UCMCs PI	0,1%
	Total	0,8%
Plataforma Continental Sul	UCMCs US	0,3%
	UCMCs PI	0,1%
	Total	0,4%

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha**. Brasília: MMA, Fundação Bio-Rio, Sectam, Idema, SNE, 2002. 72 p.

_____. **Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. Brasília, 2004. 108 p.

_____. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. 1 ed. Brasília, 2006, v. 1, p. 41-86.

_____. **Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**: Atualização - Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007. (Série Biodiversidade, 31).

_____. **Macrodiagnóstico da zona costeira e marinha do Brasil**. Brasília, 2008.

_____. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília, 2010. 149 p.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. A review and re-definition of the large marine ecosystems of Brazil. In: HEMPEL, G.; SHERMAN, K. (Ed.). **Large marine ecosystems of the world**: trends in exploitation, protection, and research. The Netherlands: Elsevier Science, 2003. 423 p. (Large Marine Ecosystem Series).

GONÇALVES, F. B.; SOUZA, A. P. **Disposição oceânica de esgotos sanitários**: história, teoria e prática. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo demográfico 1991**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out 2011.

_____. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out 2011.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Resultados preliminares do censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 out. 2011.

PRATES, A. P. **Recifes de coral e unidades de conservação costeiras e marinhas no Brasil**: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade. 2003. 209 p. Tese (Doutorado e Ecologia) – Programa de Pós-Graduação e Ecologia-Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

THE WORLD BANK (The International Bank for Reconstruction and Development). **Natural hazards, unnatural disasters**: the economics of effective prevention. Washington, DC, 2010.

THORNE-MILLER, B. **The living ocean**: understanding and protecting marine biodiversity. 2. ed. Washington, DC: Island Press, 1999. 214 p.



Ambiente Urbano

CAPÍTULO 7



Equipe Técnica

Coordenação
Gilberto Werneck de Capistrano Filho – Ibama
Mariana Midori Nakashima – Ibama

Redação
Antonio Henrique Almeida de Moraes Neto – Fiocruz
Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho – Ipea
Carlos Roberto Vieira da Silva Filho – Abrelpe
Cíntia Honório Vasconcelos – Ministério da Saúde
Cristiane de Oliveira – Ibama
Cristina Xavier de Almeida Borges – Fiocruz
Édima Aranha Silva – UFMS
Eduardo Franca Neves Bassani – MP
Eliane Lima e Silva – MSaúde
Ernesto Batista da Silva Filho – MP
Fernanda Cunha Pirillo Inojosa – Ibama
Fernanda Rodrigues Fonseca – MSaúde
Gilberto Werneck de Capistrano Filho – Ibama
Igor Vinicius de Souza Geracy – MP
Lauseani Santoni – MCidades
Liza Maria Souza de Andrade – UnB
Lúcia Rotenberg – Fiocruz
Luís Tinoco – MCidades
Luiz Belino Ferreira Sales – MSaúde
Marcel Claudio Sant'Ana – MCidades
Marcelo Eustáquio de Carvalho – MCidades
Maria Helena Feres Saad – Fiocruz
Mariana Midori Nakashima – Ibama
Mariely Helena Barbosa Daniel – MSaúde
Nathan Belcavello de Oliveira – MCidades
Priscila Campos Bueno – MSaúde
Rosângela de Assis Nicolau – MMA
Sabrina Gimenes de Andrade – MMA
Silvio Soares Macedo – USP
Simone Cynamon Cohen – Fiocruz

Colaboração
Ana Lucia Ancona – MMA
Daniel Todtmann Montandon - MCidades
Daniela Buosi Rohlfs – MSaúde
Miguel Crisóstomo Brito Leite – MP

Conteúdo

Situação do Ambiente Urbano
- Evolução da Urbe
- Transporte
- Abastecimento e Saneamento Ambiental
- Geração e Destinação de Resíduos Sólidos

Impacto no Ambiente Urbano
- Áreas Verdes, Áreas Impermeabilizadas e Microclima Urbano
- Habitação e Ocupação
- Resíduos Sólidos Urbanos
- Contaminação do Solo e Saúde Humana
- Água, Esgoto e os Rios Urbanos
- Saneamento Ambiental e Saúde Humana
- Transporte e Trânsito
- Poluição Atmosférica e Saúde Humana
- Acidentes Ambientais no Transporte Rodoviário

Qualidade no Ambiente Urbano
- Investimentos em Habitação
- Investimentos em Saneamento
- Investimentos em Mobilidade Urbana
- Programa Cidades Sustentáveis

Políticas Públicas para o Ambiente Urbano

7 Ambiente Urbano

Em meados da década de 1960, a população urbana brasileira superou a rural, impulsionada pela industrialização. Desde então, milhões de brasileiros trilharam o caminho das cidades e promoveram alterações bruscas nesses territórios seja pela concentração populacional, seja pela forma de ocupação ou pelo crescimento de demandas sociais. Atualmente, 84% da população vive em áreas urbanas (IBGE, 2011a), representando as principais forças motrizes da transformação nesses espaços.

A qualidade ambiental desse *locus* está intimamente ligada à cidade e aos processos sociais e econômicos nela existentes. Assim, a análise dos ambientes urbanos parte da paisagem já modificada e busca compreender os impactos do funcionamento das metrópoles no espaço e na vida de seus habitantes.

7.1 Situação do Ambiente Urbano

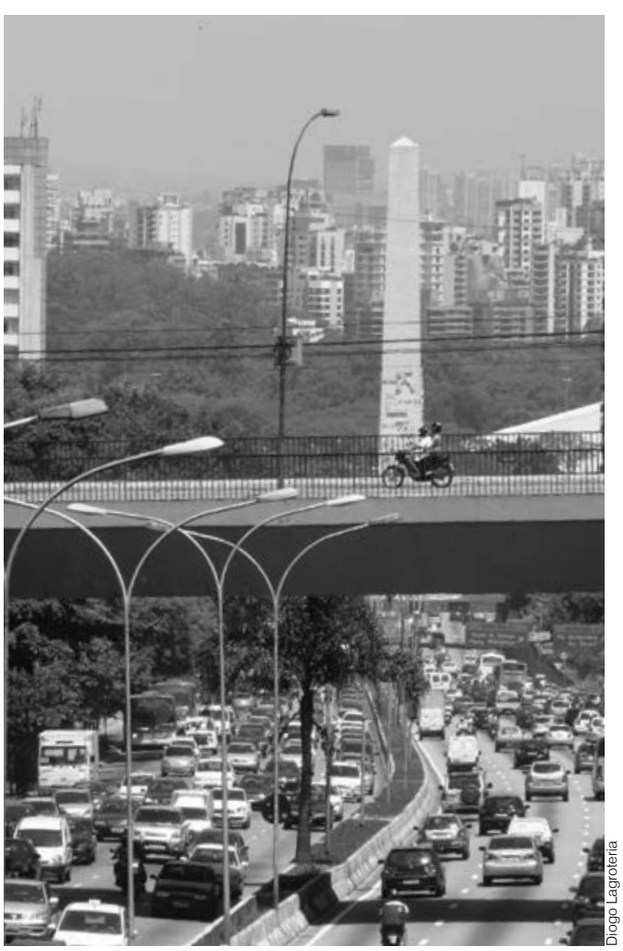
7.1.1 Evolução da Urbe

O intenso processo de urbanização do País nas últimas décadas deu-se com profundas diferenças regionais, mas com um elemento comum: a tendência para a concentração[1]. Atualmente, 89 milhões de pessoas vivem em 36 Regiões Metropolitanas (RMs) oficialmente constituídas e em três Regiões Integradas de Desenvolvimento (Rides). Ressalta-se que cerca de 50% da população brasileira vive em apenas 202 municípios, do total de 5.565 existentes (IBGE, 2011a). As projeções oficiais, para os anos de 2005 a 2015, mostram que essa concentração tende a se acentuar (IBGE, 2008a).

A concentração populacional nos grandes centros e o inchaço recente das cidades médias resultam da maior concentração de capital nessas áreas. Os investimentos, públicos e privados, nessas cidades acarretam aumento da demanda por mão de obra, tornando-as regiões de grande atração populacional. Por conseguinte, ampliam a dinamicidade da economia, mas também determinam o crescimento das pressões sobre a infraestrutura e provocam alterações no ambiente físico local.

A Tabela 7.1 apresenta o crescimento das RMs e Rides. Nessas áreas, o crescimento ocorreu principalmente nas periferias e entornos e, quando considerado o total do País, foi mais intenso nas cidades médias. As aglomerações urbanas, áreas de agricultura moderna e de expansão agrícola e exploração mineral, centros urbanos isolados, entre outras formas, foram os eixos de maior crescimento (IBGE, 2011a).

Do ponto de vista regional, o crescimento das maiores cidades brasileiras pode ser verificado na Tabela 7.2.



Diogo Lagroteria

[1] O índice de Gini, utilizado para medir a concentração populacional, cresceu de 0,7142 para 0,7252, indicando concentração da população em municípios maiores, conforme Sinopse do Censo 2010, em comparação ao Censo 2000.

Tabela 7.1 Regiões metropolitanas, regiões integradas de desenvolvimento e suas populações - Brasil, 2000-2010.

Regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento	População residente em 2010	Taxa de crescimento Populacional 2000-2010
São Paulo – SP	19.683.975	10%
Rio de Janeiro – RJ	11.835.708	9%
Belo Horizonte – MG	5.414.701	12%
Porto Alegre – RS	3.958.985	8%
Ride Distrito Federal e Entorno	3.717.728	*
Recife – PE	3.690.547	11%
Fortaleza – CE	3.615.767	21%
Salvador – BA	3.573.973	18%
Curitiba – PR	3.174.201	16%
Campinas – SP	2.797.137	20%
Grande Goiânia – GO	2.173.141	33%
Manaus – AM	2.106.322	*
Belém – PA	2.101.883	17%
Grande Vitória – ES	1.687.704	18%
Baixada Santista – SP	1.664.136	13%
Natal – RN	1.351.004	29%
Grande São Luís – MA	1.331.181	24%
João Pessoa – PB	1.198.576	*
Maceió – AL	1.156.364	17%
Ride Grande Teresina	1.150.959	*
Norte/Nordeste Catarinense – SC	1.094.412	18%
Florianópolis – SC	1.012.233	24%
Vale do Rio Cuiabá – MT	944.163	*
Aracaju – SE	835.816	*
Londrina – PR	801.817	24%
Campina Grande – PB	736.381	*
Maringá – PR	690.303	46%
Vale do Itajaí – SC	689.731	28%
Ride Petrolina/Juazeiro	686.410	*
Vale do Aço – MG	615.297	9%
Agreste – AL	601.049	*
Cariri – CE	564.478	*
Carbonífera – SC	550.206	*
Foz do Rio Itajaí – SC	532.771	*
Macapá – AP	499.466	*
Chapecó – SC	403.494	*
Tubarão – SC	356.721	*
Lages – SC	350.532	*
Sudoeste Maranhense – MA	345.873	*

Fonte: IBGE (2003a; 2011a)

* RMs ou Rides que não dispunham de informações sobre população residente em 2000. Assim, não foi possível verificar o crescimento dessas áreas no período de 2000 a 2010.

Tabela 7.2 Grandes municípios brasileiros e suas populações - Brasil, 2000-2010.

Região	Municípios com mais de 100 mil habitantes		População dos municípios com mais de 100 mil habitantes	
	2000	2010	2000	2010
Sudeste	113	139	47.510.749	55.463.812
Nordeste	46	58	17.343.497	21.192.355
Sul	39	48	10.620.666	12.817.625
Norte	14	20	5.188.213	7.151.971
Centro-Oeste	12	18	5.796.012	7.810.914
Brasil	224	283	86.459.137	104.436.677

Fonte: IBGE (2011a)

Esse inchaço das metrópoles aumentou a demanda por habitação, transporte e outros serviços de infraestrutura urbana. Nesse cenário, cresceram os custos de moradia nas regiões centrais, o que impulsionou a expansão das cidades para lugares com custos mais acessíveis, em assentamentos precários intraurbanos ou em áreas periféricas. Apesar de a ocupação ser mais precária nesses locais, pode-se afirmar que foi a alternativa encontrada para os problemas de moradia de muitas famílias brasileiras.

Para Sousa e Silva e Travassos (2008), a expansão de áreas periféricas e a ocupação de áreas intraurbanas por favelas se processaram em locais desprezados pelo mercado imobiliário formal ou em áreas de restrição de uso como beiras de córregos, encostas dos morros, terrenos sujeitos a enchentes ou Áreas de Preservação Permanente (APPs), as que frequentemente envolvem algum tipo de risco. Ou seja, de maneira paradoxal, são exatamente as áreas mais frágeis do ponto de vista ambiental – e que, por esse motivo, jamais deveriam ser ocupadas – que passam a dar suporte a esse tipo de ocupação urbana, especialmente precária e predatória. Nesse sentido, dados do Censo 2010 (IBGE, 2011a) indicam que 6% da população brasileira mora em aglomerados subnormais que incluem favelas, invasão, grota, baixada, comunidade, vila, ressaca, mocambo, palafita, entre outros.

7.1.2 Transporte

Ao longo dos anos, observa-se que o padrão de mobilidade da população urbana brasileira também mudou, principalmente, devido ao crescimento da frota veicular e da intensificação do uso dos meios de transportes individuais, relacionados ao aumento da renda per capita.

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) (IBGE, 2010c), cerca de 50% dos domicílios possuem pelo menos um veículo privado seja motocicleta, seja automóvel e em alguns estados como Santa Catarina esse percentual chega a 70%. Os estados do Norte e Nordeste apresentaram os menores percentuais de posse de veículos privados, em torno de 30%. No total nacional, esse crescimento fica evidente, de acordo com a Figura 7.1.

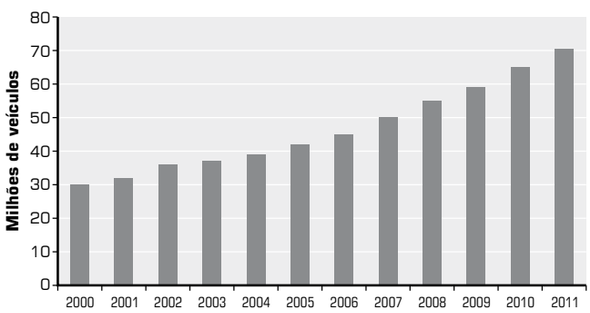


Figura 7.1 Evolução da frota de veículos no Brasil, 2000-2011.

Fonte: Denatran (2011)

Observa-se que, entre 2000 e 2011, houve crescimento de 137% na frota de veículos do País, com principal destaque para os automóveis e as motocicletas. Esse aumento apresentado na última década mantém a tendência de crescimento do uso de meios de transportes individuais, que ocorre desde a década de 1950 e que atingiu 49% do total de deslocamentos em 2005, conforme ilustrado na Figura 7.2.

A Figura 7.3 apresenta dados mais detalhados sobre esse processo. Entre 1998 e 2008, constata-se que houve crescimento do volume de vendas de automóveis (8% ao ano) e motocicletas (14% ao ano), mas, em contrapartida, houve perda do volume de passageiros do sistema de ônibus urbano em 20%. Este último modal responde por cerca de 90% da demanda de transporte público no Brasil e, em comparação com o ano de 1998, apresenta queda contínua até 2006, quando apresentou uma inversão tímida dessa tendência de queda.

A estimativa para até 2030 indica a continuidade da tendência de crescimento do transporte motorizado individual, em detrimento do coletivo público, acarretando aumento dos congestionamentos e do tempo gasto em deslocamento (IPEA, 2011a) (Figura 7.4).

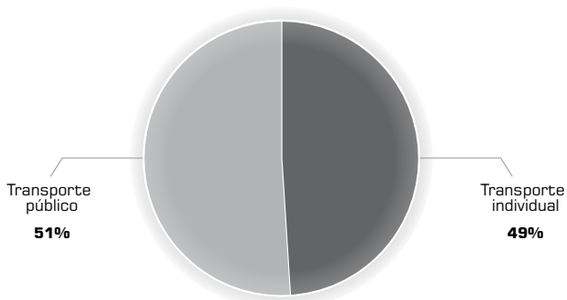


Figura 7.2 Mobilidade nas áreas metropolitanas do Brasil, 2005.

Fonte: Ipea (2011a)

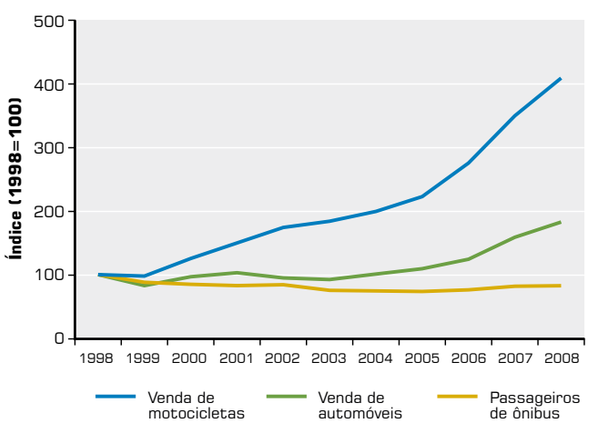


Figura 7.3 Vendas de automóveis e motocicletas e passageiros transportados por ônibus urbanos - Brasil - 1998 a 2008.

Fonte: Anfavea, Abraciclo e NTU

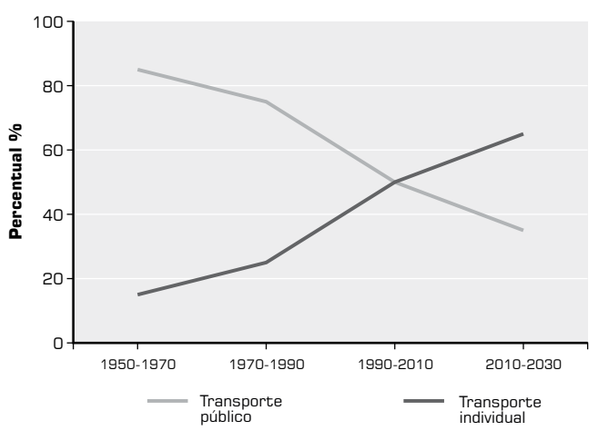


Figura 7.4 Estimativa da participação do transporte público no total de viagens das RMs, Brasil, 1950 a 2030.

Fonte: ANTP apud Ipea (2011a)

7.1.3 Abastecimento e Saneamento Ambiental

As maiores cidades do País dispõem, em sua quase totalidade, de abastecimento de água por rede geral de distribuição, esgotamento sanitário por rede coletora e manejo de resíduos sólidos. A situação para todo o País, no entanto, é de menor cobertura desses serviços (IBGE, 2011c). A Tabela 7.3 apresenta a porcentagem de cobertura de serviço de água e esgotamento sanitário por tamanho de cidade no Brasil.

Tabela 7.3 Oferta de serviços de saneamento, por cidade, segundo a população - Brasil, 2008.

Número de habitantes	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição	Com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora
De 100 mil a 300 mil	100%	91%
De 300 mil a 500 mil	100%	98%
De 500 mil a 1 milhão	100%	100%
Mais de 1 milhão	100%	100%
No Brasil	99%	55%

Fonte: IBGE (2010a)

Além das informações relativas ao agrupamento por municípios, cabe ressaltar a relevância do recorte por número de domicílios atendidos pelos serviços de abastecimento de água por rede geral de distribuição e esgotamento sanitário por rede coletora. Nos últimos 20 anos, 24,9 milhões de domicílios passaram a dispor de acesso à rede de água com canalização interna (IBGE, 2010a), representando ampliação do acesso aos serviços de abastecimento de água de 65%, em 1991, para 82,8% dos domicílios em 2010. No mesmo período, a cobertura do esgotamento sanitário (rede de esgotos e fossas sépticas) ampliou-se de 49,6% para 67,1% dos domicílios brasileiros. Isso significa que 21,2 milhões de residências passaram a dispor de esgotamento sanitário e, consequentemente, de melhores condições ambientais e de saúde (IBGE, 2011a). Quanto à drenagem, destaca-se o significativo aumento de 21,5% no número de municípios que, em 2008, passaram a realizar a drenagem urbana em relação ao ano de 2000 (equivalente a 929 municípios) (IBGE, 2010a).



Mariana Midori Nakashima

O acesso aos serviços é marcado por significativas desigualdades no País. Segundo dados do Censo Demográfico, entre 1991 e 2010, 57% dos domicílios brasileiros que não dispunham de rede de abastecimento de água (nem poço ou nascente), com canalização interna, estão nos estados da Região Nordeste. Na sequência, aparece a Região Sudeste, que concentra 18% do déficit, seguida pela Região Norte, com 14%, e pelas regiões Sul e Centro-Oeste, respectivamente, com 8% e 3% (IBGE, 2011a).

Quanto ao esgotamento sanitário, observa-se que 43% dos domicílios que compõem o déficit de acesso (domicílios urbanos e rurais) à rede coletora ou fossa séptica também estão localizados na Região Nordeste. A Região Sudeste reúne 18% dos domicílios que não dispõem desses serviços de saneamento básico. As regiões Norte, Sul e Centro-Oeste concentram, respectivamente, 14%, 13% e 11% do déficit de acesso (IBGE, 2011a).

Além das desigualdades regionais destacadas, observa-se que o acesso aos serviços é fortemente associado às condições socioeconômicas do domicílio. Segundo a PNAD de 2009 (IBGE, 2010c), aproximadamente 71% da população brasileira que não tinha acesso ao abastecimento de água por rede geral (com canalização interna) possuía renda domiciliar mensal de até três salários mínimos. Para o esgotamento sanitário, observa-se que 72% do déficit de acesso à fossa séptica e rede coletora concentram-se nesse extrato de renda. Ademais, somente 55% da população que recebe até um salário mínimo tem acesso simultâneo aos serviços de saneamento (abastecimento de água por rede geral com canalização interna, rede de esgotos ou fossa séptica e lixo coletado)[2].

A questão do tratamento dos esgotos merece atenção especial e não pode ser analisada sob a perspectiva exclusiva das pesquisas domiciliares. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2011a), o Brasil coleta 50,3% do esgoto gerado e trata 70,9% do esgoto coletado. Apesar disso, o tratamento foi feito em apenas 37,9% do esgoto gerado em 2009. Observa-se que esses percentuais eram de 42,9%; 46,4% e 21,6%, respectivamente em 1998 (Figura 7.5).

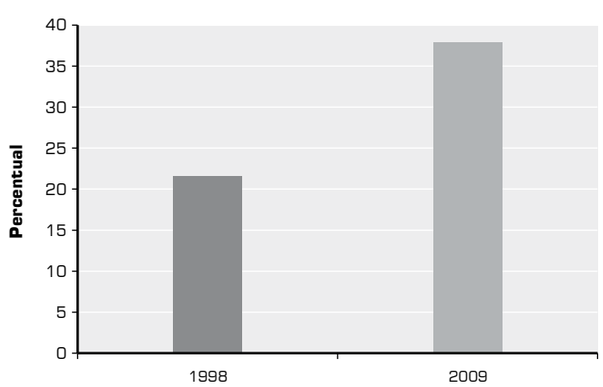


Figura 7.5 Evolução do índice de tratamento dos esgotos gerados - Brasil, 1998 e 2009.

Fonte: Adaptado de Brasil (1998; 2011a)

De acordo com a Tabela 7.4, que disponibiliza os índices de coleta e tratamento dos esgotos gerados, bem como de tratamento de esgoto coletado por macrorregiões, é possível verificar as diferenças entre as regiões brasileiras para o ano de 2009. Observa-se, assim, que as regiões Sudeste e Centro-

[2] Deve-se considerar que, embora tenha se observado melhoria no acesso aos serviços, as informações disponibilizadas pelas pesquisas domiciliares não consideram aspectos qualitativos sobre a oferta à população.

-Oeste apresentam os três índices acima da média nacional. Ainda em relação à qualidade do serviço de distribuição da água por rede de abastecimento, cabe mencionar, também, que em 1.296 (23,4%) municípios ocorreu racionamento de água. As regiões com maior ocorrência desse tipo de problema foram a Nordeste (40,5%) e a Norte (24,9%). Na Região Nordeste, destacam-se os estados de Pernambuco (77,3%), Ceará (48,9%) e Rio Grande do Norte (46,7%); na Região Norte, Amazonas (43,5) e Pará (41,4%). Os motivos mais frequentes apontados pelos municípios para o racionamento de água são: problemas relacionados à seca/estiagem (50,5%); insuficiência de água no manancial (39,7%); deficiência na produção (34,5%); e deficiência na distribuição (29,2%) (BRASIL, 2011a).

Tabela 7.4 Índice de atendimento de coleta de esgoto, de tratamento dos esgotos gerados e de tratamento dos esgotos coletados - Macrorregiões, 2009.

	2009		
Regiões	Índice urbano de coleta de esgoto (%)	Índice de tratamento dos esgotos gerados (%)	Índice de tratamento de esgoto coletado (%)
Sudeste	71,93	41,3	63,51
Centro-Oeste	51,39	44,2	90,46
Sul	39,96	32,9	81,43
Nordeste	25,54	33,0	82,29
Norte	6,52	15,7	86,27
Brasil	50,33	37,9	70,93

Fonte: Brasil (2011a)

7.1.4 Geração e Destinação de Resíduos Sólidos

Em 2010, o Brasil gerou 66 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (ABRELPE, 2009; 2010; 2011). No que tange aos resíduos sólidos per capita, houve aumento de 12% entre 2008 e 2010 (ABRELPE, 2009; 2010; 2011), como pode ser verificado na Figura 7.6.

O crescimento da quantidade de resíduos descartados por pessoa pode ser relacionado ao aumento da renda da população nos últimos anos. Esse aumento de renda favoreceu o consumo e, consequentemente, o crescimento no descarte de materiais.

No recorte de cidades com mais de 100 mil habitantes, foi verificado que 100% delas ofereciam serviços de coleta domiciliar regular de lixo, recolhendo cerca de 162 mil toneladas de resíduos por dia (IBGE, 2008b). A comparação dos dados de 2008 com os de 2000 mostra um crescimento de 50% no total de resíduos coletados nessas localidades. Entre elas, 57% oferecem serviço de coleta seletiva, um crescimento de 120% entre 2000 e 2008; e 47% realizam triagem dos resíduos recicláveis.

No que concerne à composição dos resíduos sólidos urbanos (Tabela 7.5), é grande a participação de material reciclável e matéria orgânica, ambas representando 83,3% do peso total diário. As unidades que realizam o processamento desses tipos de resíduos, no entanto, são destino de apenas 2% do total de resíduos coletados, o que indica um longo caminho a percorrer no desafio para melhorar o aproveitamento desses materiais[3].

Tabela 7.5 Composição dos resíduos sólidos urbanos no Brasil - 2008.

Resíduos sólidos urbanos	Participação
Material reciclável	31,9%
Matéria orgânica	51,4%
Outros	16,7%

Fonte: Brasil (2011b)

Segundo o IBGE (2010a), o tratamento dos resíduos urbanos é realizado por 47% das cidades analisadas. No entanto, quando analisadas as quantidades encaminhadas para tal forma de destinação, o valor não atinge 0,1% do total de resíduos. Apreende-se, então, que apenas pequena parcela recebe tratamento, comparada com o total do resíduo que segue para outras destinações. A principal destinação de resíduos é o envio para disposição em solo, realizada em 98% das cidades com mais de 100 mil habitantes. A Figura 7.7 apresenta a porcentagem de destinação do total de resíduos coletados em cidades com mais de 100 mil habitantes[4].

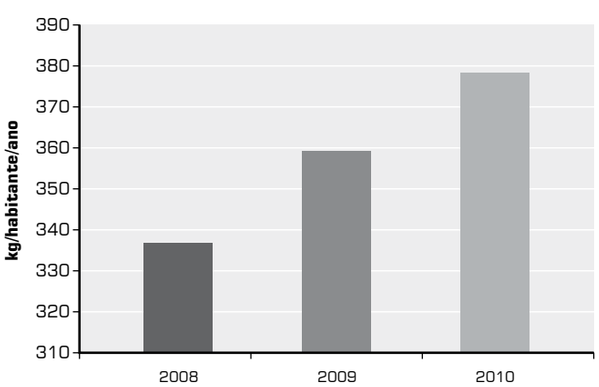


Figura 7.6 Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil (kg/habitante/ano).

Fonte: Abrelpe (2009; 2010; 2011)

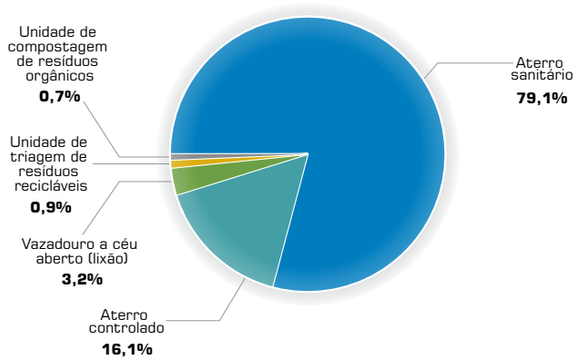


Figura 7.7 Unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos em cidades com mais de 100 mil habitantes (porcentagem do volume em termos de t/dia).

Fonte: IBGE (2010a)

[3] Segundo Ipea (2010), o País perde R$ 8 bilhões anuais entre benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem.

[4] A quantidade destinada a vazadouros em áreas alagadas ou alagáveis, unidades de tratamento por incineração e outras foi inferior a 0,1%. O local de destinação pode ou não estar no próprio município (IBGE, 2010a).

A disposição dos resíduos no solo é a forma predominante nas cidades brasileiras. De acordo com o IBGE (2010a), nos municípios com mais de 100 mil habitantes, 79,1% dos resíduos urbanos são encaminhados a aterros sanitários, 16,1% a aterros controlados e 3,2% são enviados a lixões. Nesse último caso, a disposição é considerada inadequada e constitui fonte de poluição do solo, da água e do ar.

O cenário é bastante diferente quando são analisados os municípios menores, com até 100 mil habitantes. A Figura 7.8 ilustra a destinação de resíduos nessas localidades. Destaca-se a grande utilização de vazadouros a céu aberto, com a participação de 42,1% do total das destinações.

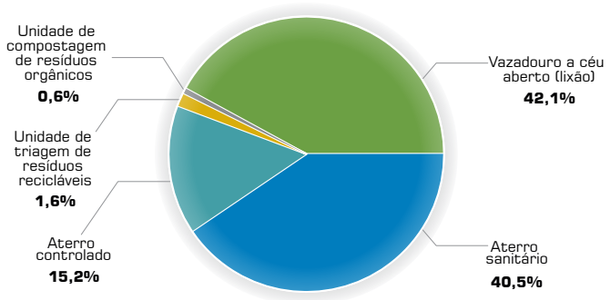


Figura 7.8 Unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos em cidades com menos de 100 mil habitantes (porcentagem do volume em termos de t/dia).

Fonte: IBGE (2010a)

É de ressaltar que as condições do gerenciamento de disposição em solo variam bastante entre aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Os primeiros apresentam, em geral, melhores indicadores de gerenciamento dos resíduos e os últimos os piores. Há, no entanto, ressalvas dentro de cada tipo de unidade, no que se refere à regularidade ambiental e à prevenção da contaminação do solo, conforme dados apresentados nas Figuras 7.9 e 7.10.

Nesses locais de disposição de resíduos em solo, também é importante verificar a existência de catadores de materiais recicláveis, que lidam diretamente com tipos variados de resíduos e não dispõem, em sua maioria, de qualquer tipo de proteção individual ou infraestrutura adequada para suas atividades.

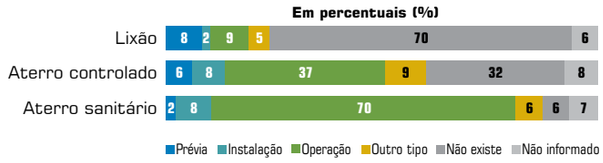


Figura 7.9 Existência e caracterização de licença ambiental para aterros controlados, aterros sanitários e lixões no Brasil - 2009.

Fonte: Brasil (2011a)

Nota: Os dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos não contemplam a totalidade dos municípios brasileiros. A amostra da pesquisa, no entanto, representa municípios que concentram 68,6% da população urbana do País (BRASIL, 2011a).

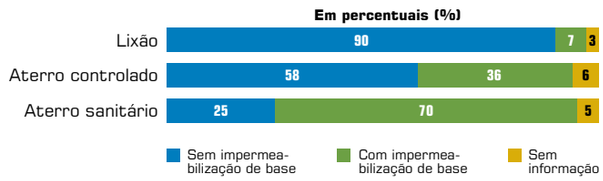


Figura 7.10 Existência de impermeabilização da base para aterros sanitários, aterros controlados e lixões no Brasil, 2009.

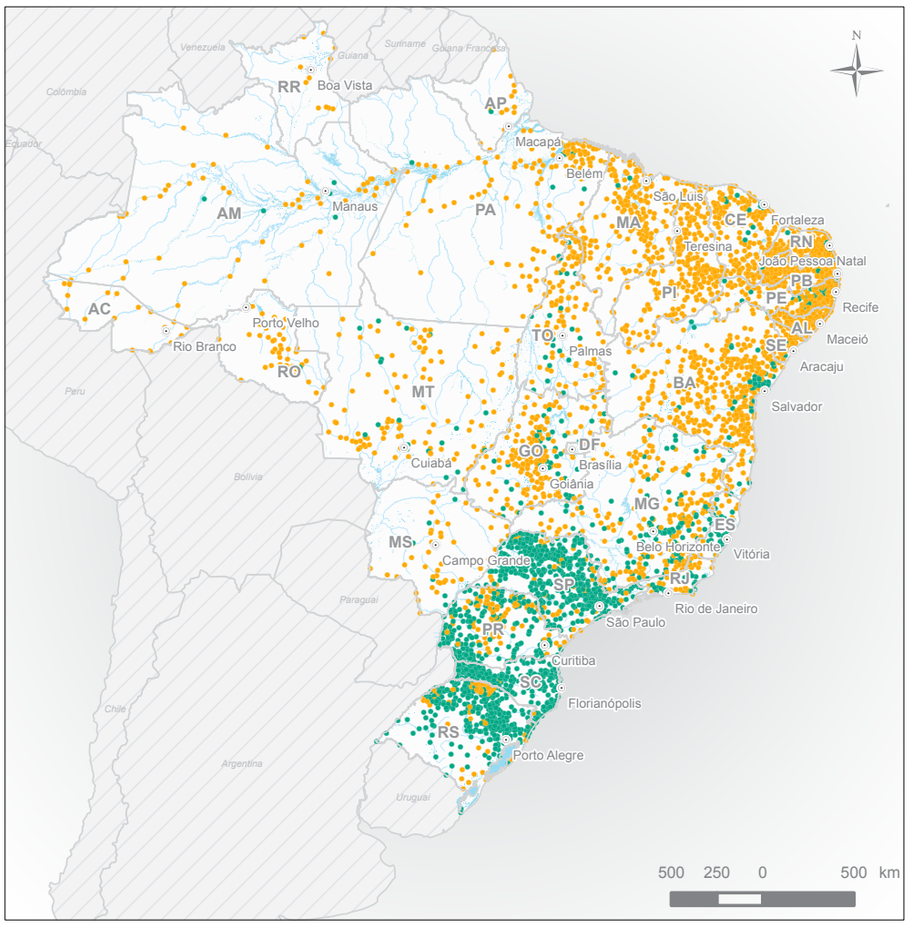
Fonte: Brasil (2011a)

Dados do Ipea (2011b) indicam que há entre 400 e 600 mil catadores de materiais recicláveis no Brasil e que 27% dos municípios têm conhecimento da atuação desses catadores nas unidades de destinação final de resíduos e 50% destes conhecem a sua atuação em áreas urbanas.

A distribuição espacial dos aterros sanitários e dos lixões está exibida na Figura 7.11, enquanto a dos aterros controlados é apresentada na Figura 7.12. Nota-se o contraste entre a concentração dos aterros sanitários e controlados nas regiões Sul e Sudeste em relação às demais regiões do País, com a presença significativa de lixões.



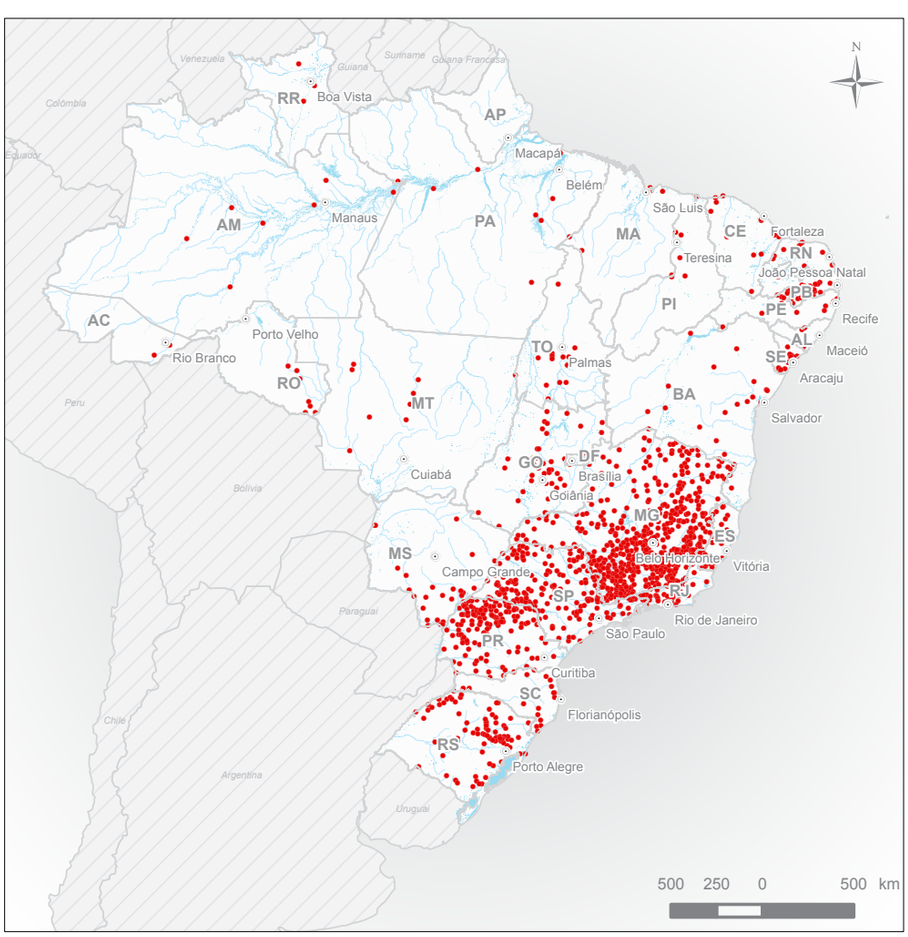
Banco de Imagens do Ibama



Municípios

- Vazadouro a céu aberto
- Aterro sanitário

Figura 7.11
Localidades com destinação de resíduos para aterros sanitários e vazadouros a céu aberto, Brasil – 2008.
Fonte: IBGE (2011c)



Municípios

- Aterros controlados

Figura 7.12
Localidades com destinação de resíduos para aterros controlados, Brasil – 2008.
Fonte: IBGE (2011c)

7.2 Impacto no Ambiente Urbano

A partir do estado atual do ambiente urbano, relatado anteriormente, é necessário verificar como a ocupação, o saneamento, o transporte e a infraestrutura urbana, em geral, impactam na qualidade de vida nas grandes cidades. É possível assumir que algumas transformações são perceptíveis no microclima urbano, no tráfego, na poluição e na saúde humana, conforme apresentado na Figura 7.13.

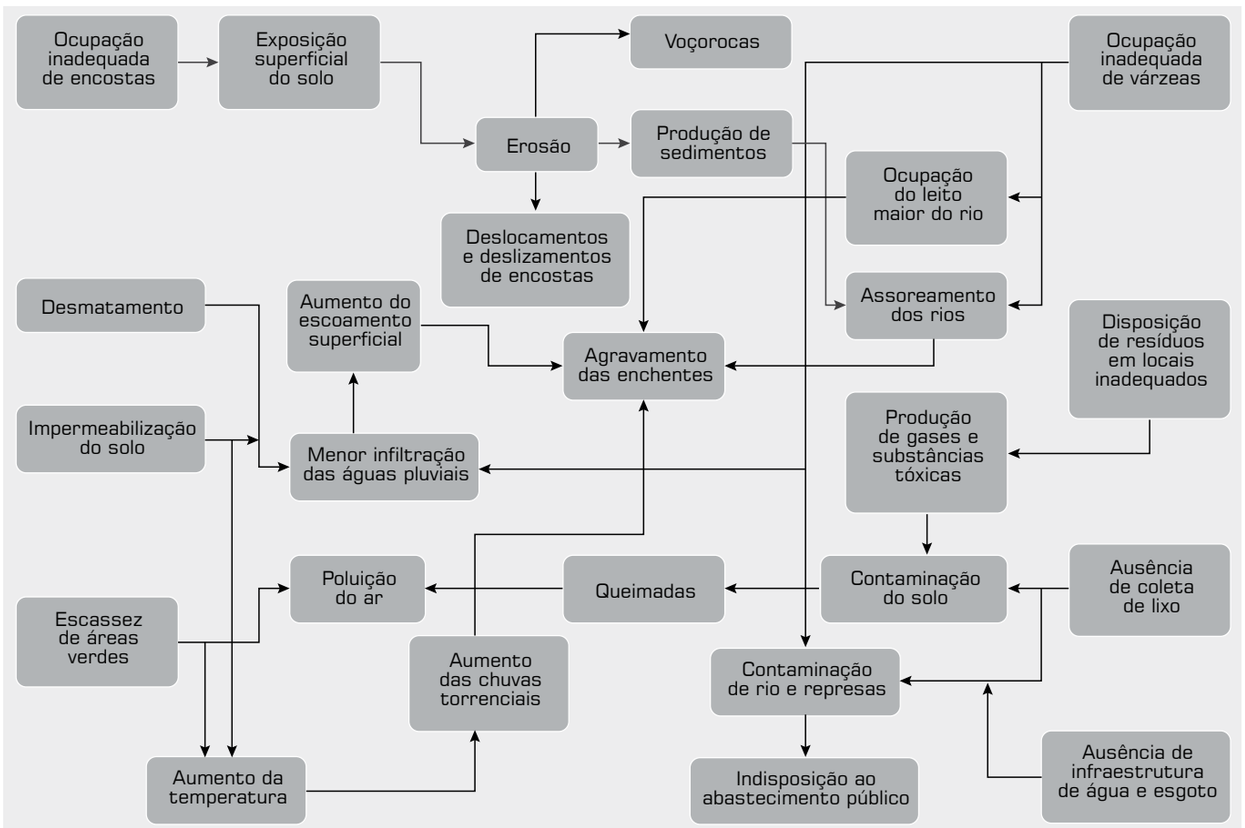
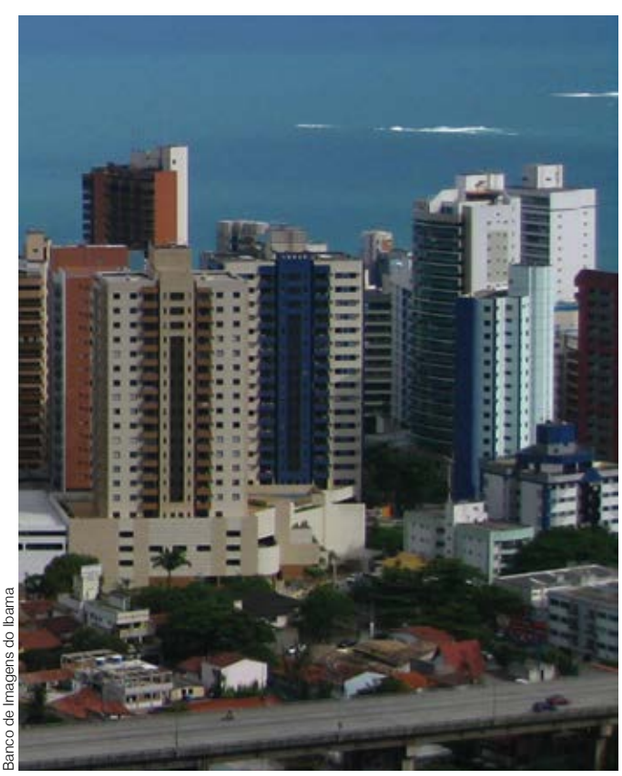


Figura 7.13 Problemas ambientais urbanos e sua conectividade.

Fonte: Sousa e Silva e Travassos (2008)



Banco de Imagens do Ibama

7.2.1 Áreas Verdes, Áreas Impermeabilizadas e Microclima Urbano

O processo de urbanização tem produzido mudanças bastante expressivas na paisagem. Algumas dessas mudanças geram impactos negativos à qualidade de vida e ao ambiente nas cidades, tais como a redução das áreas verdes, o aumento da impermeabilização do solo e a alteração na forma de ocupação territorial.

De modo geral, as áreas verdes urbanas como os parques, praças, reservas e áreas para recreação públicas ou privadas foram reduzidas com o crescimento das cidades e, atualmente, concentram-se nas áreas mais periféricas. Apesar de não haver estimativa de áreas verdes para todas as regiões metropolitanas, algumas iniciativas pontuais e específicas permitem realizar medições para algumas das grandes cidades.

No município de São Paulo, por exemplo, as áreas verdes foram mapeadas e, então, identificaram-se as disparidades entre seus distritos, quais sejam: 48% do território foi caracterizado como carente em arborização, enquanto 75% da vegetação do município concentrava-se em apenas quatro de 15 regiões administrativas.

A disparidade na disponibilidade de áreas verdes das RMs, usualmente, faz com que sejam diferenciadas as condições de proteção do solo contra a erosão, dos corpos d'água contra o assoreamento e a promoção do conforto térmico.

Nesse último caso, uma associação de fatores como a grande condutibilidade térmica das superfícies edificadas promove o aquecimento de grandes volumes de ar e funciona como obstáculo para a circulação do vento, resultando na elevação da temperatura das áreas centrais, em relação ao seu entorno, fenômeno conhecido como ilhas de calor. Outros fatores que contribuem com esse fenômeno são a topografia local, a canalização dos rios, a concentração de energia gerada pelas atividades econômicas e pelo trânsito, bem como a poluição atmosférica.

A Figura 7.14 apresenta dois exemplos de arborização em cidades brasileiras.



Ana Cecília Campos

Silvio Macedo

Figura 7.14 Contraste da arborização em Natal/RN e Brasília/DF.

7.2.2 Habitação e Ocupação

No que se refere à questão habitacional, verificou-se que os limites da oferta de moradias adequadas, aliados à ausência de políticas para ampliação do acesso à terra urbanizada, têm levado um contingente expressivo da população brasileira a viver em assentamentos precários. Esses locais são usualmente marcados pela inadequação de suas habitações e pela irregularidade na posse da terra. Por conseguinte, comprometem a qualidade de vida da população e provocam a degradação ambiental de parte substantiva das cidades (BRASIL, 2004b).

Em 2007, o déficit habitacional no País foi estimado em 6.272.645 domicílios. As RMs pesquisadas foram responsáveis por 30% desse número, ou seja, 1.855.399 domicílios. A Tabela 7.6 apresenta a evolução desses números de 2005 a 2007 (BRASIL, 2006; 2007b; 2008a).

Tabela 7.6 Déficit habitacional nas RMs selecionadas, 2005-2007.

	2005	2006	2007
RM São Paulo	5.803.825	723.936	628.624
RM Rio de Janeiro	3.761.607	457.839	378.797
RM Salvador	952.368	149.028	141.025
RM Porto Alegre	1.315.487	141.633	136.030
RM Recife	1.013.593	199.598	133.059
RM Belo Horizonte	1.448.864	172.593	129.404
RM Fortaleza	902.098	175.488	124.282
RM Belém	519.193	127.253	92.734
RM Curitiba	952.592	115.330	91.444
Total das RMs	16.669.627	2.262.698	1.855.399

Fonte: Brasil (2006; 2007b; 2008a)

Dados do IBGE (2008a) indicam que 33% dos municípios declararam a existência de favelas em seus territórios e 53,2% de loteamentos irregulares ou clandestinos. Os maiores percentuais encontram-se nos municípios com maior população. Grande parte dessas habitações corresponde a moradias com carências no padrão construtivo, localizadas em terrenos alheios (público ou privado), algumas delas construídas em encostas, áreas de risco, suscetíveis a enchentes e desastres ou mesmo em APPs.

7.2.3 Resíduos Sólidos Urbanos

A exemplo do que ocorre com o saneamento ambiental, o gerenciamento deficiente dos resíduos sólidos urbanos traz mais implicações para o meio urbano. A parte mais visível são os lixões e aterros, nos quais os impactos ultrapassam o acúmulo de materiais e influem na qualidade de vida das populações que trabalham ou vivem dentro desses locais, ou em seu entorno, bem como no aspecto urbanístico e de saúde.

Enquanto 86% dos aterros sanitários possuem algum tipo de licença ambiental, 70% dos lixões analisados não apresentam qualquer tipo de licença. Observa-se que empreendimentos que não dispõem de impermeabilização do solo estão vulneráveis à contaminação tanto do solo como dos aquíferos locais, por chorume percolado, como é o caso de 90% dos lixões, 58% dos aterros controlados e 25% dos aterros sanitários. Dados do Ipea (BRASIL, 2011b) indicam a existência de 2.906 lixões no País, em 2.810 municípios brasileiros. A inexistência de licença ambiental ocorre, em diferentes porcentagens, nas três categorias, e indica que não houve qualquer tipo de análise de impacto para aquela unidade de disposição de resíduos.

No aspecto urbanístico, a gestão inadequada de resíduos sólidos é fator agravante de erosão urbana e de enchentes. Nesses casos, o depósito desses materiais potencializa o carregamento de sedimentos em direção aos rios, aumenta o assoreamento dos corpos hídricos e favorece o acúmulo de água de chuva nos terrenos bastante impermeabilizados das RMs.

Além disso, os aterros desativados ou antigas áreas de depósitos de resíduos de qualquer natureza implicam risco para as populações que, no processo de expansão territorial das metrópoles, acabam por ocupar tais áreas para fins habitacionais. As Figuras 7.15 e 7.16 ilustram os municípios que declararam lançamento inadequado de resíduos sólidos como fatores agravantes da erosão urbana e de inundações, em 2008, respectivamente.

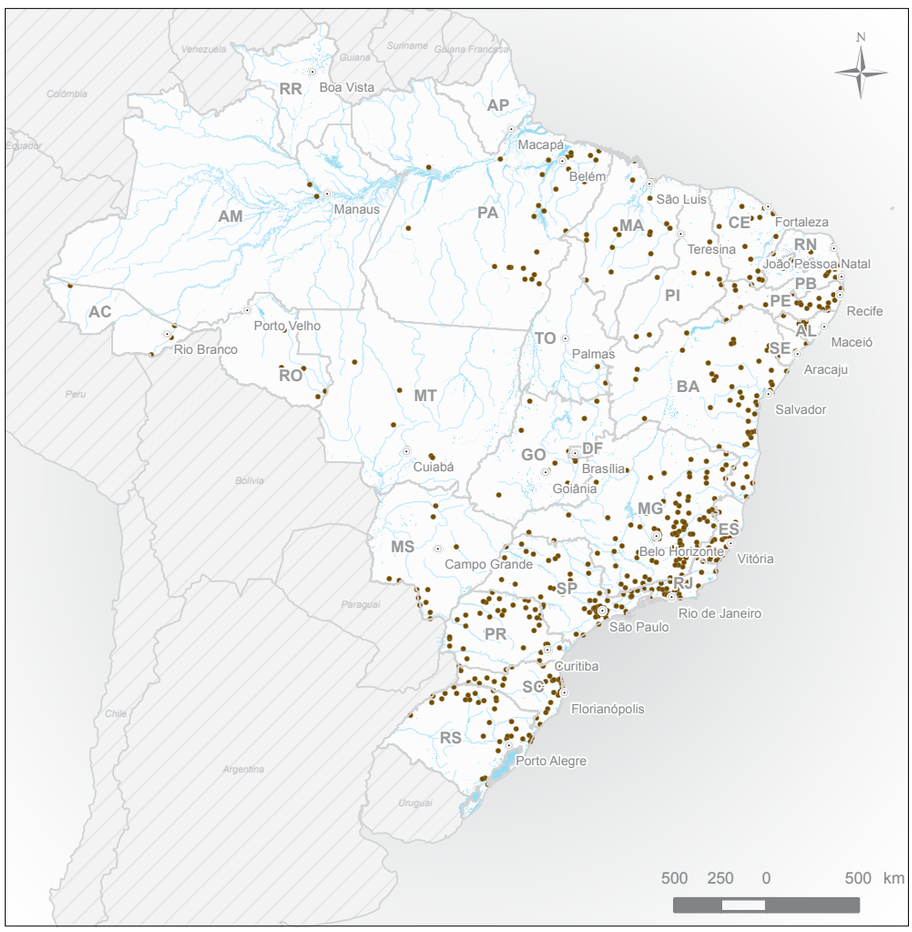


Figura 7.15
Municípios que declararam lançamento inadequado de resíduos sólidos como fatores agravantes de erosão urbana - 2008.

Fonte: IBGE (2011c)

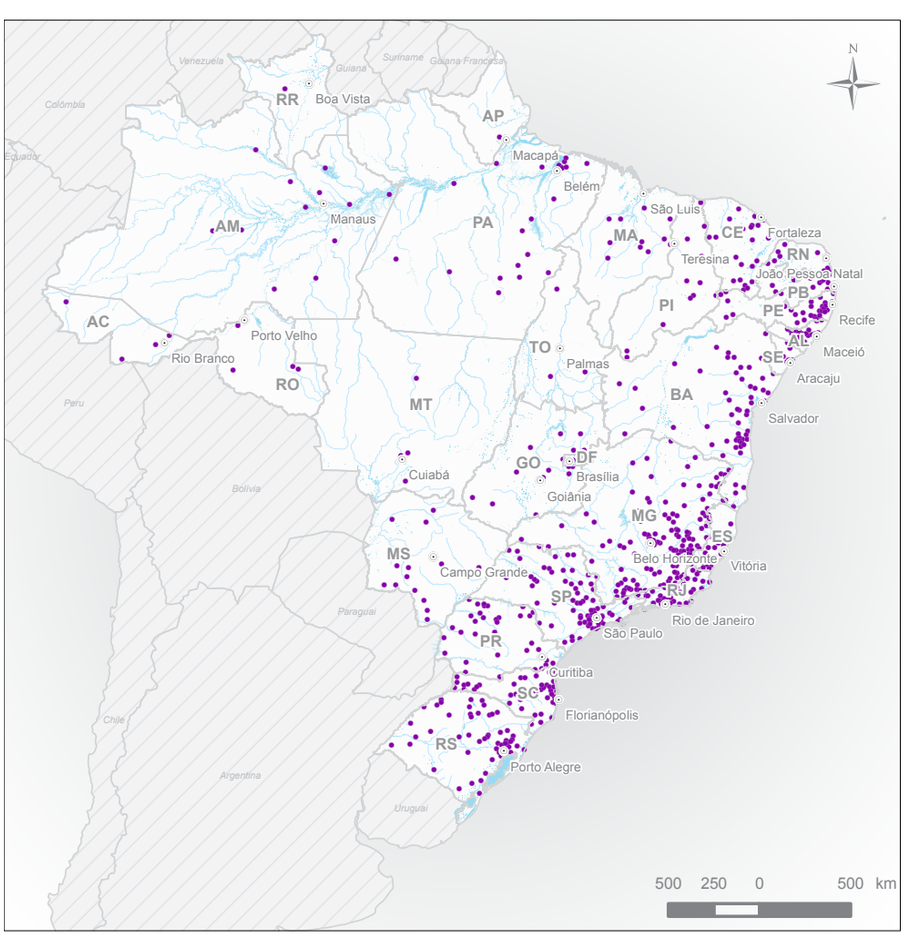


Figura 7.16
Municípios que declararam lançamento inadequado de resíduos sólidos como fatores agravantes de inundações - 2008.

Fonte: IBGE (2011c)

Mapeamento de Áreas de Risco

A habitação em áreas de risco expõe os moradores aos impactos decorrentes de chuvas, da movimentação de terra e de eventos ambientais críticos. O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) disponibiliza informações sobre o grau de suscetibilidade a deslizamentos dos municípios brasileiros em sua página na internet. Os dados são apresentados na forma de mapas por Unidade da Federação e permitem verificar quais municípios apresentam tais suscetibilidades. Por meio desse levantamento, foram identificados, em 2011, 251 municípios com suscetibilidade alta ou muito alta.

No âmbito das iniciativas locais, a Prefeitura da cidade de São Paulo, em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), identificou 1.179 setores de risco na cidade, definidos segundo características físicas do solo, ocupação dos locais, concentração de água, vegetação e indícios de movimentação do terreno. Desse total, 51% dos setores apresentavam risco alto ou muito alto de movimentação em caso de chuva forte ou prolongada. No tocante à localização, 735 setores situam-se em beira de encostas e 444 em margens de córregos, sendo 28.933 famílias instaladas em áreas de risco alto ou muito alto.

7.2.4 Contaminação do Solo e Saúde Humana

Entre 2004 e 2010, o Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado (Sissolo)[5], do Ministério da Saúde, registrou 5.486 áreas com populações expostas a contaminantes químicos, distribuídas regionalmente em 37% no Nordeste, 21% no Sudeste, 16% no Centro-Oeste, 14% no Sul e 12% no Norte. Assim, a estimativa da população potencialmente exposta nessas áreas é de 11.588.070, representando aproximadamente 6% da população brasileira.

Há predomínio nas regiões urbanas de áreas com unidades de abastecimento e serviços industriais e de destinação final de resíduos urbanos. As Figuras 7.17 e 7.18 apresentam a classificação de áreas contaminadas, população exposta e distribuição de áreas com populações potencialmente expostas a solo contaminado, cadastradas no Sissolo entre 2004 e 2010.

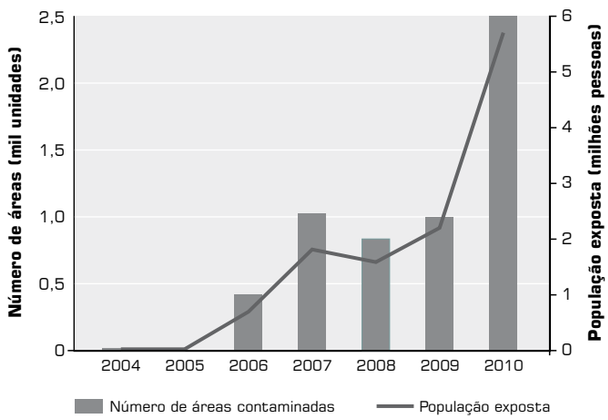


Figura 7.17 Ocorrência de áreas contaminadas e população exposta, cadastradas no Sissolo.

Fonte: MSaúde

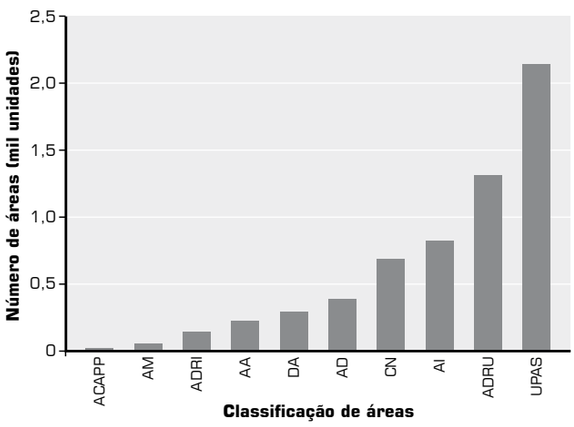


Figura 7.18 Classificação de áreas contaminadas e distribuição de áreas com populações potencialmente expostas a solo contaminado.

Fonte: MSaúde.

Legenda: AA = Área agrícola; ADRI = Área de Disposição de Resíduos Industriais; ADRU = Área de Disposição Final de Resíduos Urbanos; AM = Área de Mineração; AD = Área Desativada; AI = Área Industrial; CN = Contaminação Natural; DA = Depósito de Agrotóxicos; UPAS = Unidade de Postos de Abastecimento e Serviços; ACAPP = Área Contaminada por Acidente com Produto Perigoso.



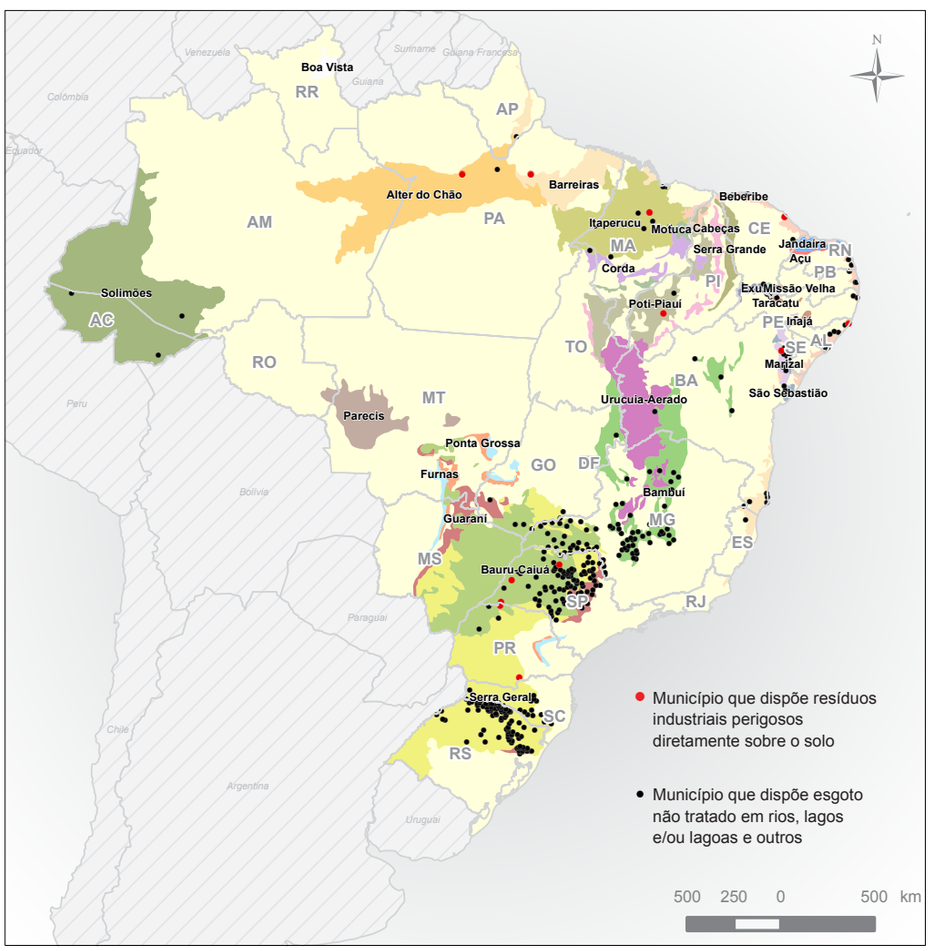
Banco de Imagens do Ibama

7.2.5 Água, Esgoto e os Rios Urbanos

O saneamento básico está diretamente relacionado à qualidade ambiental, uma vez que sua disponibilidade afeta a saúde e as condições de vida da população. Nos rios urbanos, que acabam por receber o esgoto doméstico não coletado ou coletado e não tratado, esse impacto é bastante visível. Estima-se que 55,5% do esgoto do País não são coletados e, do total efetivamente coletado, apenas 37,9% é tratado (BRASIL, 2011b). O esgoto não coletado ou coletado e não tratado escoa diretamente para córregos e riachos e,

[5] O cadastro de áreas com populações expostas a solo contaminado pelo setor saúde não se propõe a ser um censo de áreas contaminadas, mas uma das ações de vigilância em saúde que permite aos gestores desenvolver estratégias de atuação visando adotar medidas de promoção da saúde, prevenção dos fatores de risco e atenção integral conforme preconizado pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

por consequência, polui os corpos d'água nas proximidades. Juntamente com a disposição de resíduos perigosos, o esgoto não tratado, inclusive, contribui com a contaminação dos aquíferos, conforme ilustrado na Figura 7.19.



Área de recarga dos principais sistemas aquíferos

- Regiões Hidrográficas
- Alter do Chão
- Açu
- Bambuí
- Barreiras
- Bauru-Caiuá
- Beberibe
- Boa Vista
- Cabeças
- Corda
- Exu
- Furnas
- Guaraní
- Inajá
- Itaperucu
- Jandaíra
- Marizal
- Missão Velha
- Motuca
- Parecis
- Ponta Grossa
- Poti-Piauí
- Serra Geral
- Serra Grande
- Solimões
- São Sebastião
- Taracatu
- Urucuia-Aerado

Figura 7.19
Ameaças de contaminação nos principais aquíferos - 2008.

Fonte: IBGE (2011b)

A disposição indevida de resíduos sólidos urbanos e contaminação por efluentes industriais, comuns nas RMs e Rides, também são fatores que afetam diretamente a qualidade dos corpos hídricos seja em seu aspecto físico-químico, seja na apropriação social desses espaços. Rios, lagoas e suas margens, em muitas cidades, deixam de ser utilizados como locais de recreação e prática de esportes à medida que se tornam impróprios para uso. Com isso, além do aumento da poluição, a coletividade também sofre diretamente com a perda de espaços públicos de lazer, pela contaminação ou pela utilização desses espaços para a construção de avenidas e vias expressas, após a canalização e tamponamento desses corpos d'água[6].

A qualidade da água, por sua vez, também gera impactos na disponibilidade hídrica para fins de abastecimento urbano. De fato, dados da Agência Nacional de Águas (ANA) indicam que a demanda urbana por água continua crescendo no ambiente urbano, em todas as regiões do País. O litoral brasileiro, onde está 45% da população urbana, dispõe de apenas 3% da disponibilidade hídrica (Figura 7.20). Assim sendo, concentram as maiores e crescentes demandas por água, ao mesmo tempo que dispõem de menos recursos hídricos (ANA, 2010).

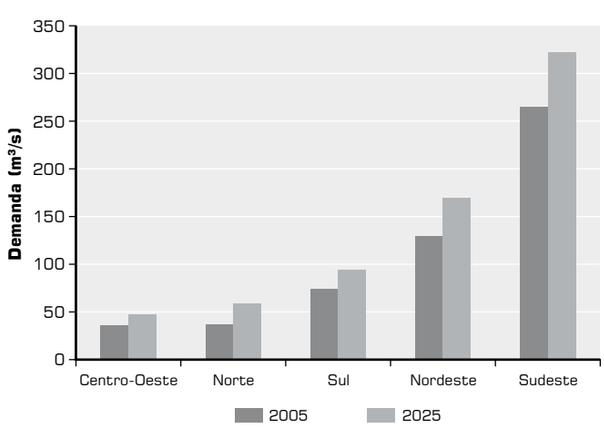


Figura 7.20 Evolução da demanda urbana máxima de água, Brasil - 2005 e 2025.

Fonte: ANA (2010)

Além da disponibilidade desse recurso, problemas de contaminação também afetam a qualidade da água, bem como o seu custo de obtenção. A inadequação do sane-

[6] Vários centros urbanos do País buscam reverter esse processo com obras para retirar populações que vivem às margens dos corpos hídricos e melhorar a qualidade desses locais. Nessa lógica, destacam-se projetos de requalificação paisagística, como o da Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ) ou a Lagoa Jansen, em São Luís (MA). Além desses, Teresina (PI) e Sorocaba (SP) também têm experiências similares, com seus principais corpos d'água tratados e adequados para o uso urbano pleno da população.

amento e da disposição de resíduos são fontes principais de poluição de mananciais.

No Brasil, a qualidade da água é monitorada pela Agência Nacional de Águas (ANA) e medida de acordo com o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Verificou-se que as bacias e corpos d'água que apresentam os menores valores para o IQA e, portanto, com classificação "péssima" são aqueles nas proximidades das regiões metropolitanas, com destaque para São Paulo (SP,) Curitiba (PR), Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), Campinas (SP) e cidades de médio porte como Juiz de Fora (MG)[7].

7.2.6 Saneamento Ambiental e Saúde Humana

A análise do quadro epidemiológico brasileiro revela a existência de altos índices de morbimortalidade relacionados com os fatores ambientais, principalmente, as precárias condições de saneamento básico. A baixa oferta e qualidade dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e condições inadequadas de moradia têm forte associação com os elevados casos de doenças como diarreias, parasitoses intestinais, hepatites, doença de Chagas, malária, dengue, leptospirose, infecções cutâneas (HELLER, 1997; BRASIL, 2004a).

A Organização Pan-Americana da Saúde (Opas) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam a relação entre implementação de sistemas de abastecimento de água e destinação adequada de dejetos e saúde: prevenção de pelo menos 80% dos casos de febre tifoide; redução de 60% a 70% de casos de tracoma e esquistossomose; e prevenção de 40% a 50% dos casos de disenteria bacilar, amebíase, gastroenterites e infecções cutâneas (BRASIL, 2004a).

Dados da OMS revelam, ainda, que 88% das doenças diarreicas são oriundas de abastecimento de água insalubre e de esgotamento sanitário e higiene deficiente. A melhoria do abastecimento de água reduz entre 6% e 21% da morbidade por diarreia, e a do esgotamento sanitário diminui a mortalidade por diarreia em 32%. Com essa situação, algumas medidas simples de higiene, entre elas a educação sobre o tema e a insistência no hábito de lavar as mãos, também podem reduzir significativamente o número de casos de diarreia em até 45%. Da mesma forma, a melhoria do tratamento doméstico da qualidade da água de consumo, por exemplo, a cloração no ponto de consumo, pode reduzir de 35% a 39% os episódios de diarreia (HELLER, 1997).

Um indicador claro da relação entre o saneamento e a saúde humana pode ser facilmente verificado pela incidência de hepatite A, que é transmitida principalmente pela via fecal-oral. Ressalta-se que as condições de saneamento e higiene são as principais responsáveis pela disseminação da doença na população. A Figura 7.21 apresenta a distribuição das incidências dessa enfermidade e o percentual de sistemas de abastecimento de água sem tratamento, por região do Brasil, no período de 2008 a 2010.

Os dados indicam que há correlação direta entre a porcentagem de municípios sem tratamento e o número de casos de hepatite A. A Região Norte apresentou a correlação mais

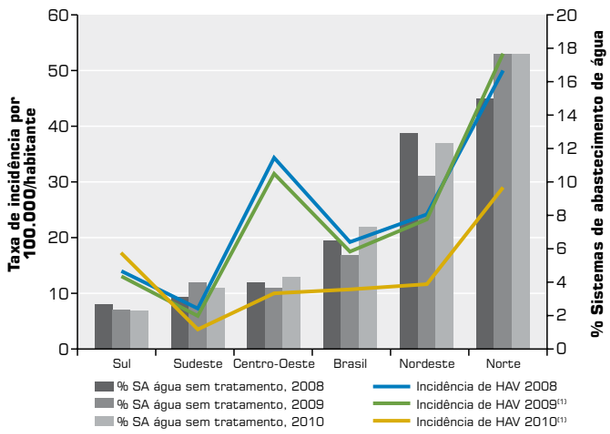


Figura 7.21 Taxa de incidência de hepatite viral A, por 100.000 habitantes, e a porcentagem de sistemas de abastecimento de água sem tratamento, por região, Brasil - 2008-2010.

Fonte: Vigiagua/DSAST/SVS/MS; Casos de hepatites virais: Sinan/SVS/MS; População: Estimativas populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) segundo os Censos (1980, 1991, 2000 e 2010), contagem da população (1996) e projeções intercensitárias (1981 a 2009).

(1) Dados parciais



Mariana Midori Nakashima

significativa, enquanto as regiões Sul e Centro-Oeste apresentaram menor correlação, com uma incidência maior de casos da doença, mesmo tendo maior número de sistemas de abastecimento com tratamento de água.

Além disso, outras Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)[8], frequentemente associadas ao abastecimento de água deficiente, esgotamento sanitário inadequado, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de moradia, também ilustram essa correlação. De acordo com estudo da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2010), as condições ambientais das

[7] O IQA mede, principalmente, a contaminação causada por esgotos, daí a predominância das RMs nos menores valores para o índice. Esses dados, para o ano de 2005, apontaram que os corpos hídricos nas proximidades dessas cidades apresentavam qualidade péssima, com valores abaixo de 19, em escala de 0 a 100.

[8] São considerados para o cálculo das DRSAIs principalmente os seguintes agravos: cólera, febre tifoide, infecções por ***Escherichia coli***, infecções intestinais, amebíase, diarreia e gastroenterite, leptospirose, dengue, febre amarela, hepatite A, malária, leishmaniose, doença de Chagas, esquistossomose, cisticercose, filariose, ancilostomose e ascaridíase.

habitações possuem estreita relação com a saúde da população, indicando clara associação entre a marcante desigualdade regional das condições de esgotamento sanitário e a existência de banheiro (mais precário nas regiões Norte e Nordeste), que refletem no quadro de distribuição regional da taxa de internação por DRSAI (Figura 7.22).

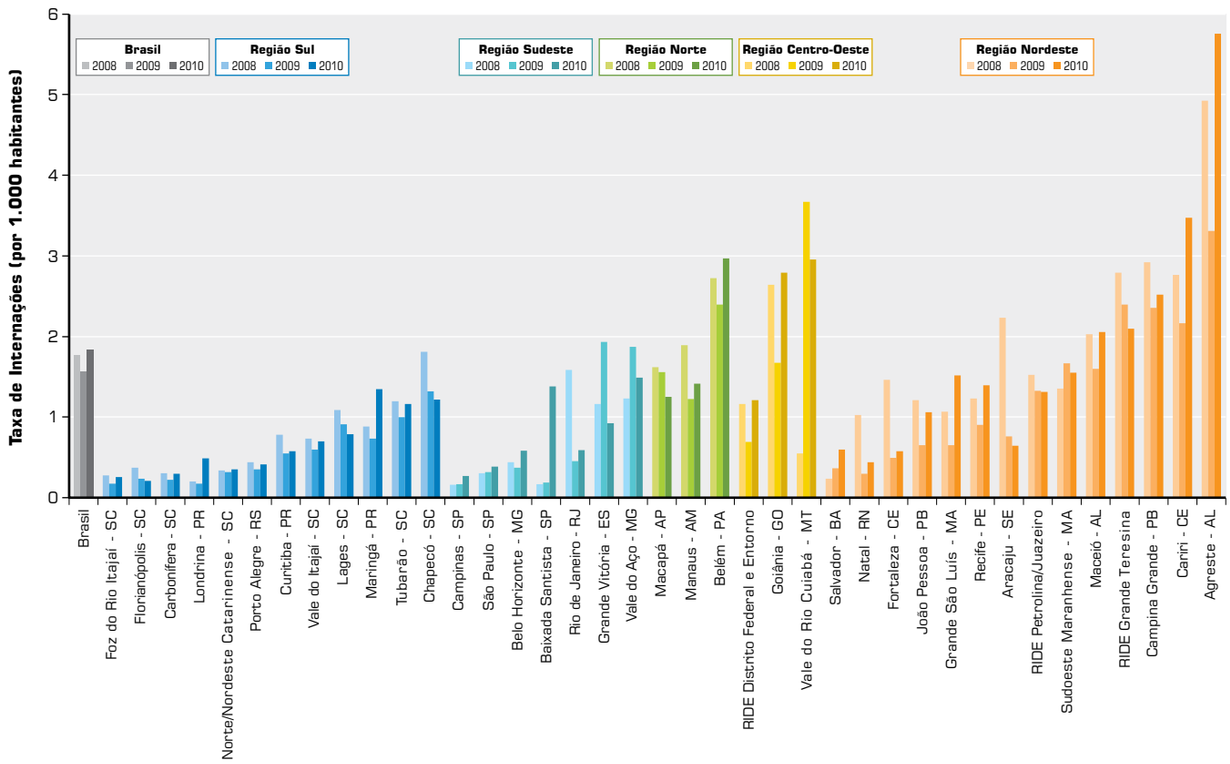


Figura 7.22 Taxa de Internações, por DRSAI, por 1.000 habitantes, nas RMs e áreas de influência, 2008-2010.
Fonte: MSaúde

Cumpre observar que o comportamento da taxa de internação por DRSAI para o Brasil, nas RMs e Rides, entre 2008 a 2010, evidencia que as regiões Norte e Nordeste apresentam taxas maiores que a nacional, destacando as regiões de Agreste (AL), Cariri (CE), Belém (PA), Campina Grande (PB) e Ride Grande Teresina (PI). Enquanto na região Centro-Oeste as RMs Vale do Rio Cuiabá e de Goiânia apresentam índices próximos ao Norte e Nordeste. Nas regiões Sul e Sudeste e grande parte do Centro-Oeste as taxas estão abaixo da nacional. Destacam-se pelo percentual abaixo do nacional, as RMs de Campinas (SP) e as pertencentes ao Estado de Santa Catarina.

7.2.7 Transporte e Trânsito

Não obstante a proliferação de o transporte privado significar, inicialmente, o aumento do bem-estar individual, por meio de maior acesso a bens duráveis como automóveis e motocicletas, as consequências negativas para o ambiente citadino são observadas com a intensificação dos congestionamentos, a maior emissão de poluentes e o aumento dos acidentes de trânsito.

Outra consequência visível das condições do transporte nas cidades é o tempo gasto no trânsito. Segundo os dados da PNAD (IBGE, 2010c), em 1992, cerca de dois milhões e trezentas mil pessoas residentes nas dez principais RMs do País, equivalente a 15% da população residente em áreas metropolitanas, gastavam pelo menos duas horas por dia no trajeto casa-trabalho-casa, conforme apresentado na Tabela 7.7. Em 2008, essa população superou a faixa dos quatro milhões, envolvendo 17,5% da população ocupada que residia em áreas metropolitanas. Segundo essa pesquisa, o tempo gasto no trajeto casa-trabalho dos trabalhadores brasileiros subiu mais de 5% desde a década passada. A tendência é que o tempo de deslocamento continue aumentando, em vista do crescimento contínuo da frota automotiva individual.

Tabela 7.7 Deslocamentos casa-trabalho nas 10 principais regiões metropolitanas brasileiras – 1992–2009.

	1992	2009
Tempo médio do deslocamento casa-trabalho	37,9 minutos	40,3 minutos
Percentual de pessoas com deslocamento casa-trabalho superior a uma hora	15,7 %	19,0 %

Fonte: Ipea (2011b)

Nota: Foram consideradas as seguintes regiões metropolitanas: Belém (PA), Fortaleza (CE), Recife (PE), Salvador (BA), Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Curitiba (PR), Porto Alegre (RS) e Brasília (DF).

Movimentos Pendulares

A pendularidade, outro fenômeno importante para a compreensão das RMs, caracteriza-se pelo deslocamento frequente a áreas mais afastadas ou mesmo a outros municípios para trabalhar, estudar ou ter acesso a serviços não disponíveis em suas localidades de residência.

Fica evidente nesses casos a maior dinamicidade de áreas centrais, que acabam por oferecer melhores oportunidades, em detrimento das regiões mais distantes, onde essas pessoas residem. Elas se utilizam de certas facilidades de deslocamento, como a integração de vários modais de transporte ou o fretamento privado, para transitar entre as duas localidades. Em 2000, esse movimento era comum a 4,34% dos brasileiros.

Tabela A População que trabalha e estuda em localidades diferentes das de sua origem, em comparação com o total de residentes por região (2000).

	Total de residentes na Grande Região	Trabalhavam e estudavam em outras localidades, que não a sua de origem	% em relação ao total da população residente
Sudeste	72.430.193	4.130.173	5,70%
Sul	25.110.348	1.239.020	4,93%
Centro-Oeste	11.638.658	420.270	3,61%
Nordeste	47.782.487	1.389.243	2,91%
Norte	12.911.170	200.290	1,55%
Total	**169.872.856**	**7.378.996**	**4,34%**

Fonte: IBGE (2003a)

Analisando esses dados à luz das demais cidades do País, de acordo com o Ipea, mais de 36,5% dos brasileiros enfrentam congestionamentos pelo menos uma vez ao dia (IPEA, 2011b). Além do tempo de deslocamento, a distância do deslocamento relacionado aos movimentos pendulares é igualmente um aspecto preocupante. Têm sido cada vez maiores os trajetos percorridos pela população entre o local de sua residência e o local de seu trabalho, principalmente, entre outras atividades cotidianas.

Além das complicações no tráfego, o aumento da frota é responsável por impactos na qualidade do ar. De acordo com o 1º Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Rodoviários de 2011, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2009 foram lançados cerca de 170 milhões de toneladas de CO_2 pelos escapamentos dos carros, sendo que automóveis (40%) e caminhões (40%) responderam pelos maiores percentuais de emissões (Figura 7.23). Os dados do estudo mostram, ainda, que de 1980 a 2009 as emissões de CO_2 cresceram em média 3,6% ao ano, mas as previsões indicam que de 2009 a 2020 esse crescimento passe a 4,7% ao ano, em função da tendência de aumento vertiginoso da frota de veículos automotores no País (BRASIL, 2011c).

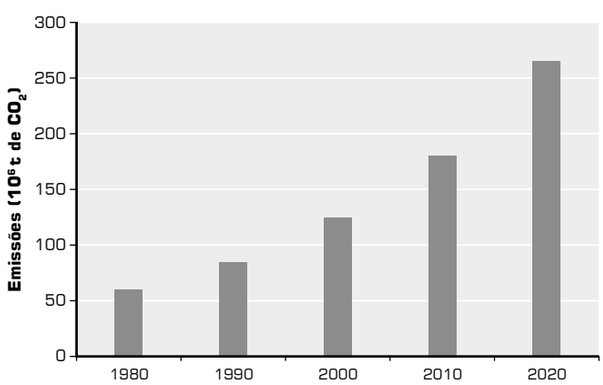


Figura 7.23 Emissões de CO_2 pelos veículos automotores no Brasil.

Fonte: Brasil (2009b)



Banco de Imagens do Ibama

Ao serem analisadas as emissões por passageiro transportado, verifica-se que os usuários de transporte privado emitem muito mais gases causadores de efeito estufa (GEEs) que os usuários de transporte público coletivo (Tabela 7.8), decorrente da maior eficiência apresentada pelos veículos coletivos. De acordo com estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), um usuário de automóvel, por exemplo, emite cerca de oito vezes mais CO_2 que um usuário de ônibus e 36 vezes mais que um usuário de metrô.

Tabela 7.8 Emissões de CO_2 equivalente.

Modalidade de transporte	Emissões (em kg CO_2/km)	Ocupação média (nº de passageiros)	Emissões por Passageiro (kg CO_2/ passageiro/km)	Índice emissão (metrô = 1)
Metrô	3,16	900	0,0035	1
Ônibus	1,28	80	0,016	4,6
Motocicleta	0,07	1	0,0711	20,3
Automóvel	0,19	1,5	0,1268	36,1
Veículos pesados	1,28	1,5	0,8533	243

Fonte: IPEA (2011c)

Além do CO_2, um gás de efeito estufa, os veículos emitem poluentes locais que causam impactos no entorno das áreas de tráfego como, por exemplo, a fuligem expelida pelos escapamentos que se acomodam nos passeios e fachadas, ou a formação de uma névoa densa devido à grande concentração de ozônio[9] (O_3) no ar, chamada efeito *smog*. Para esses gases, ao contrário do CO_2, há clara tendência de redução das emissões. São eles CO, NOx, SOx, HC e MP.

De acordo com o relatório do IBGE Indicadores de Desenvolvimento Sustentável de 2010, houve tendência estacionária ou de declínio das concentrações, máxima e média, de poluentes atmosféricos locais nos últimos anos nos pontos de monitoramento da maior parte das regiões metropolitanas brasileiras (IBGE, 2010d). A Figura 7.24 apresenta o índice de emissões de poluentes locais no Brasil, com projeções para 2020.

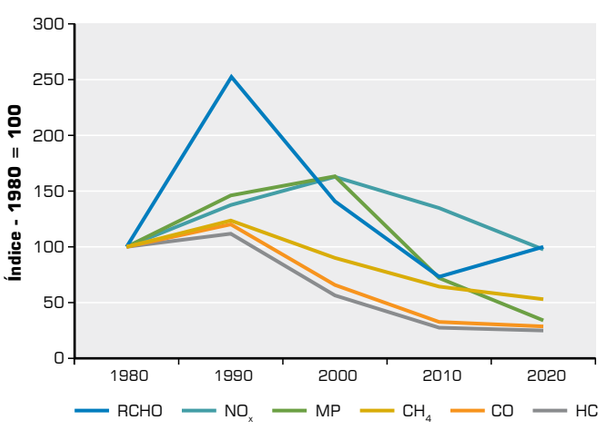


Figura 7.24 Índice de emissões de poluentes locais no Brasil com projeções para 2020 (1980=100).
Fonte: Brasil (2009b)

Percebe-se, assim, que houve redução na emissão de poluentes locais nas duas últimas décadas, como resultado de políticas de controle de poluição veicular. Nesse contexto, destacam-se os Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve e Promot), que fixa limites máximos de emissão por veículo desde 1985. Desde sua implementação, houve redução média, por exemplo, de monóxido de carbono (CO) de um veículo leve de 54 g/km para atuais 0,4 g/km. Todavia, a emissão de gases de efeito estufa, especialmente o CO_2, que não é considerado poluente, aumentou de modo contínuo.

7.2.8 Poluição Atmosférica e Saúde Humana

As principais fontes de poluição atmosférica das RMs derivam principalmente das frotas de veículos e indústrias. No caso da cidade de São Paulo, por exemplo, já se comprovou que 80% das emissões atmosféricas são provenientes das fontes móveis (ESTEVES et al., 2007), sendo que automóveis e motocicletas respondem juntos por cerca de 90% das emissões de monóxido de carbono e 70% das emissões de hidrocarbonetos. Os veículos pesados a diesel são responsáveis pela maioria das emissões de óxido de nitrogênio e também se destacam na emissão de material particulado e óxido de enxofre (Figura 7.25).

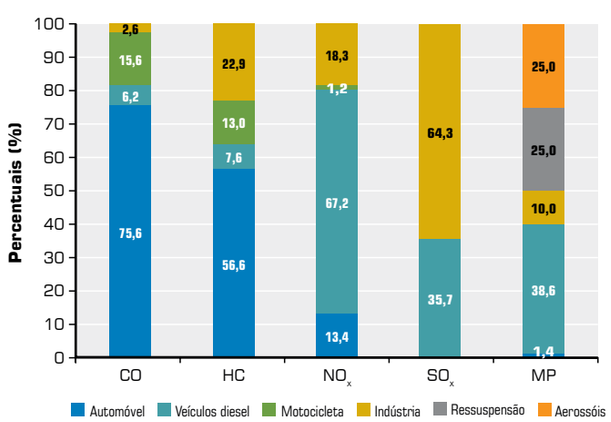


Figura 7.25 Emissões relativas de poluentes locais na RMSP, por fonte.
Fonte: Cetesb apud Ipea (2011c)

A influência da poluição atmosférica na saúde humana é significativa. O número anual estimado de mortes causadas por esse tipo de poluição é de cerca de três milhões de pessoas, representando 5% do total de 55 milhões de mortes que ocorrem anualmente no mundo. Em algumas populações, também podem estar relacionadas à poluição atmosférica cerca de 30% a 40% dos casos de asma e 20% a 30% de todas as doenças respiratórias[10](ONU/OMS, 2006). A poluição atmosférica acarreta aumento da morbimortalidade, das

[9] Além de causar ou piorar doenças no trato respiratório humano, o ozônio prejudica as lavouras ao danificar folhas de plantas (EPA, 2005).
[10] Eventos patológicos que levam à redução da expectativa de vida são, mais provavelmente, relacionados à exposição crônica aos poluentes atmosféricos e não ao resultado de exposições eventuais.

internações hospitalares, de visitas à emergência e de utilização de medicamentos, especialmente em indivíduos vulneráveis com cardiopatias ou enfermidades respiratórias prévias.

De acordo com a representação apresentada na Figura 7.26 é possível acompanhar a evolução dos gastos com internações hospitalares por Infecções Respiratórias Agudas (IRA) em menores de 5 anos, por região, entre 2005 e 2010. Nesse período, observa-se incremento ao longo dos anos com pico em 2009 e, paralelamente, no eixo da frota veicular brasileira. É importante analisar que, entre os anos de 2005 e 2010, houve aumento de quase 70% da frota nacional, impactando diretamente os grandes centros urbanos com o aumento do aporte de carga poluente por esses veículos.

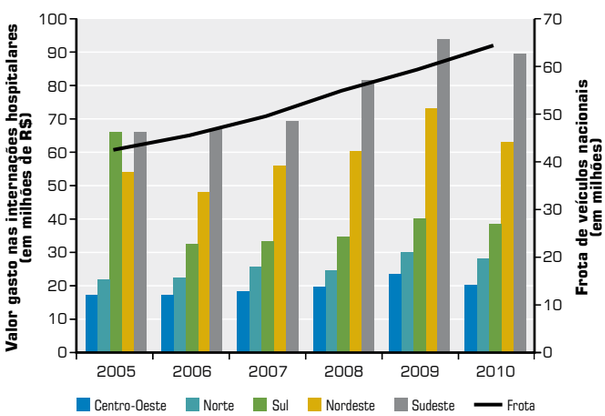


Figura 7.26 Gastos com internações hospitalares no SUS por Infecção Respiratória Aguda (IRA) em menores de 5 anos em relação ao aumento da frota de carros, por regiões, Brasil - 2005 a 2010.

Fonte: MSaúde

7.2.9 Acidentes Ambientais no Transporte Rodoviário

De acordo com os Relatórios de Acidentes Ambientais elaborados pelo Ibama, os acidentes ambientais causados no transporte rodoviário de produtos perigosos são os mais frequentes no Brasil. De 2006 até agosto de 2011, representaram 34,3% do total de acidentes ambientais registrados, à frente dos acidentes gerados em portos, ferrovias e indústrias de forma geral.



Mariana Midori Nakashima

Os acidentes rodoviários com produtos perigosos ocorrem com mais frequência na Região Sudeste, com 59,8% dos acidentes desse tipo, decorrente, principalmente, da grande movimentação de produtos perigosos nessa região, em virtude da atividade industrial intensa, além da expressiva extensão da malha viária.

Os produtos perigosos mais envolvidos nos acidentes rodoviários são os combustíveis, com 37,4%, e em segundo lugar as substâncias corrosivas com 12,7% do total de acidentes em rodovias (Figura 7.27 e 7.28).

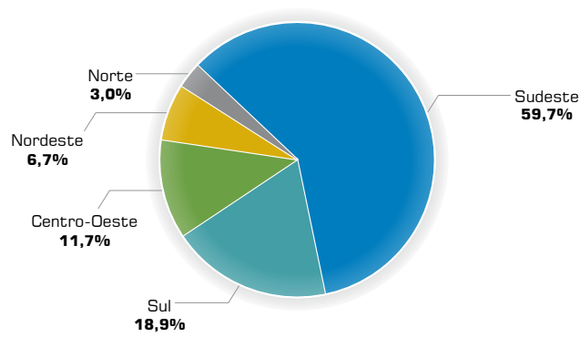


Figura 7.27 Acidentes ambientais com transporte rodoviário de produtos perigosos, por região, de 2006 a 2011.

Fonte: Ibama (2011)



Figura 7.28 Acidentes rodoviários com agrotóxicos no Mato Grosso, 2008, e derramamento de produtos químicos no Ceará, 2010.

Fonte: Ibama.

Acidentes de Trânsito

As localidades com as maiores frotas automotivas do País são também as mais propensas a apresentar maiores taxas de mortalidade por acidentes de transporte terrestre. Dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2007a; 2009a) indicam que houve crescimento no número de óbitos por Acidentes de Transportes Terrestres (ATT), de 2004 a 2008, conforme apresentado na Tabela A.

Tabela A Número de óbitos por ATT, segundo o meio de transporte da vítima, Brasil, 2004-2008.

	2004	2008	2004-2008
Pedestres	10.145	9.232	-9%
Motocicletas	5.042	8.759	74%
Automóveis e caminhonetes	7.467	8.323	11%
Bicicletas	1.389	1.594	15%
Ônibus, veículo de transporte pesado e triciclo	945	926	-2%
Outros[1]	10.096	8.967	-11%
Total	35.084	37.801	8%

Fonte: Brasil (2007a; 2009a)

[1] A categoria "outros" é composta principalmente por acidentes com veículo a motor não especificado, acidentes de trânsito com veículo não especificado, a motor ou não, além de acidentes ocorridos com ocupantes de trem, bonde, veículos de transportes especiais, usados em áreas industriais ou agrícolas, entre outros.

Observa-se que, em 2008, os pedestres representaram 24,4% do total de óbitos; no entanto, em comparação com 2004, esse número caiu 9%. O grande destaque fica por conta do aumento na mortalidade de motociclistas, que subiu 74% no período analisado. Os demais meios de transporte guardam variações entre 2% e 15%.

Para o Ministério da Saúde, outra consequência dos acidentes de trânsito são os custos relacionados aos eventos, como os associados às mortes, aos cuidados em saúde e aos veículos, que, segundo o Ipea, chegam a R$ 30 bilhões por ano, por causa da perda de produção associada à morte das pessoas ou interrupção de suas atividades, e aos custos de cuidados em saúde e os associados aos veículos (BRASIL, 2009a).

É importante salientar que o aumento da morbidade no trânsito é influenciado por outros fatores, que não apenas o aumento da frota. Pode-se também indicar a precariedade de infraestrutura viária, limitações nos mecanismos de fiscalização e sobrecarga do sistema de saúde pública (BRASIL, 2009a). Acidentes com impactos ambientais, envolvendo substâncias perigosas, representam uma quantidade significativa de ocorrências. Embora existam essas ressalvas, a tendência de crescimento das taxas de motorização, com grande concentração nas grandes cidades brasileiras, deve orientar políticas destinadas à prevenção dessas ocorrências, bem como à redução das taxas de mortalidade, uma vez que elas ocorrem.



Jailton Dias

7.3 Qualidade no Ambiente Urbano

Perante os desafios propostos pela expansão urbana e pela necessidade de universalização do direito à cidade, crescem as demandas por execução de políticas públicas integradas e cada vez mais focadas nas cidades como espaço social. A esse propósito, a própria discussão sobre os investimentos públicos nesses espaços e como eles influem na qualidade do meio urbano, considerando os impactos verificados anteriormente, bem como as iniciativas relacionadas às cidades sustentáveis como instrumentos para essa melhoria, contribuem para essa análise e para melhor entendimento da qualidade no ambiente urbano.

7.3.1 Investimentos em Habitação

No contexto das necessidades habitacionais nas áreas urbanas, torna-se necessário destacar dois pontos básicos: o déficit habitacional e a inadequação das habitações existentes. No Brasil, em 2007, o déficit habitacional atingiu 6,3 milhões de domicílios, enquanto os assentamentos precários foram estimados em 11 milhões de domicílios.

A partir do lançamento pelo Governo federal, em 2007, do Programa de Aceleração do Crescimento 2007 – 2010 (PAC) e a criação do Eixo da Infraestrutura Social e Urbana, ferramentas destinadas à promoção do desenvolvimento nacional e fomento de ações na infraestrutura logística, energética, social e urbana, vislumbrou-se tratamento adequado para a questão habitacional no País, com destaque para o atendimento prioritário para as áreas de maiores déficits proporcionais com serviços de saneamento, situadas nas principais cidades e RMs. Nesse sentido, entre as diretrizes dos programas de Urbanização de Assentamentos Precários destacam-se o atendimento das normas de preservação ambiental e a prevenção de novas ocupações, com a execução de obras de urbanização e recuperação de áreas degradadas.

Quanto aos aspectos orçamentários, a meta inicial do PAC – Habitação (2007-2010) era destinar R$ 16,9 bilhões para a contratação desses projetos. Atualmente, são 3.821 operações contratadas nessa primeira fase, envolvendo R$ 19,1 bilhões – que incluem recursos tanto de repasse do Orçamento Geral da União quanto de financiamento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, além de contrapartidas dos entes federados –, e previsão de atendimento de cerca de 1,2 milhão de famílias.

Observa-se que os investimentos superam 13% da meta inicial, dos quais aproximadamente R$ 7,5 bilhões já estão desbloqueados e representam 39% do valor total. Atualmente, são 601 operações concluídas fisicamente, com cerca de 13 mil famílias beneficiadas com intervenções de urbanização, melhorias habitacionais ou novas unidades produzidas (2º Balanço 2011–2014, com dados de setembro/11). A esses recursos somam-se os valores do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) e financiamentos à pessoa física, que contrataram R$ 213 bilhões até junho de 2011, superando em quase 140% o previsto, de R$ 89,4 bilhões.

Com a segunda edição do PAC, chamado PAC 2, houve incremento de 63% dos investimentos no eixo referente à infraestrutura social e urbana. Especificamente para a habitação, foram disponibilizados R$ 30,5 bilhões de recursos, dos quais já houve uma primeira seleção que envolveu cerca de 50% destes.

Nessa fase, estados, municípios e o Distrito Federal puderam também pleitear recursos para a elaboração de estudos e projetos de urbanização de assentamentos precários. Das propostas selecionadas, 536 estão ativas para contratação, cujo processo se encontra em fase de finalização, totalizando R$ 9,3 bilhões em investimentos.

Outro aspecto importante para a melhoria da questão habitacional nas metrópoles é a existência de um plano diretor, que cria uma base de planejamento para a execução de políticas urbanas e para a regulação e ocupação do solo. Segundo a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic) do IBGE (IBGE, 2010b), o número de planos diretores aumentou consideravelmente após a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), passando de 805, em 2005, para 2.318 em 2009 (Figura 7.29).

Considerando os municípios com mais de 20.000 habitantes, obrigados a elaborar seus planos diretores, a proporção de planos elaborados em relação ao total é mais expressiva. Em 2009, dos 1.644 municípios com mais de vinte mil habitantes, 1.433 declararam ter Plano Diretor, correspondendo a 87% do total (Figura 7.30). Certamente, a obrigatoriedade introduzida pelo Estatuto da Cidade, dando o prazo de 5 anos da data da publicação da lei (art. 50), foi decisiva para o alcance desses resultados.

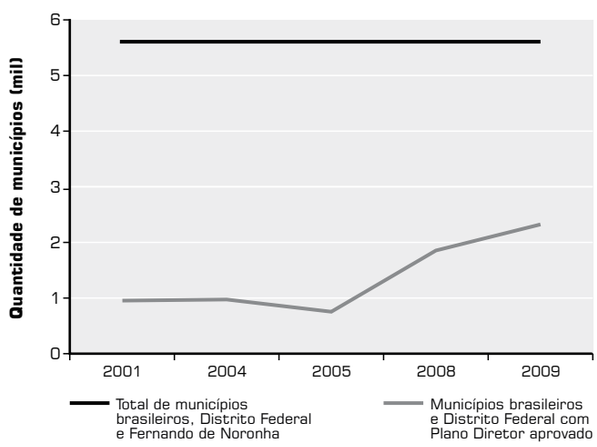


Figura 7.29 Evolução de Planos Diretores no Brasil de 2001 a 2009 em relação ao total de municípios brasileiros.

Fonte: IBGE (2003b; 2005; 2006; 2008a; 2011c)

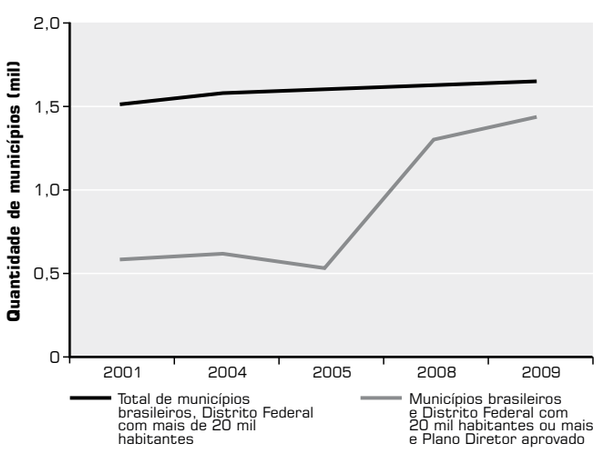


Figura 7.30 Evolução de Planos Diretores no Brasil de 2001 a 2009 em relação ao total de municípios com obrigatoriedade de elaboração.

Fonte: IBGE (2003b; 2005; 2006; 2008a; 2010c)

Importância do Plano Diretor

O plano diretor contribui com o planejamento do uso do espaço urbano ao estabelecer metas e padrões para melhorar a qualidade no ambiente urbano nos seguintes aspectos:

- Redução da pressão da ocupação de áreas com grande fragilidade ambiental, na medida que viabiliza a reserva de áreas na cidade para provisão de habitação de interesse social, possibilitando que essas áreas, articuladas a programas habitacionais, proporcionem o direito à moradia a famílias de baixa renda.
- Indução da ocupação de vazios urbanos em bairros com infraestrutura, amortizando a expansão urbana e, consequentemente, reduzindo a pressão imobiliária sobre áreas de interesse ambiental.
- Indução do adensamento urbano, proporcionando maior racionalidade no uso e na ocupação do solo e maior maximização do uso da infraestrutura instalada, reduzindo as demandas de expansão urbana e, consequentemente, a pressão imobiliária sobre áreas de interesse ambiental.
- Preservação e proteção de áreas de interesse ambiental, por meio do controle da ocupação como, por exemplo, a instituição de zonas especiais de interesse ambiental.
- Controle da ocupação de áreas suscetíveis a deslizamento de encostas e inundações, pois o processo de elaboração do plano diretor envolve a realização de estudos que apontam as áreas aptas à urbanização e aquelas em que se deve evitar sua ocupação.

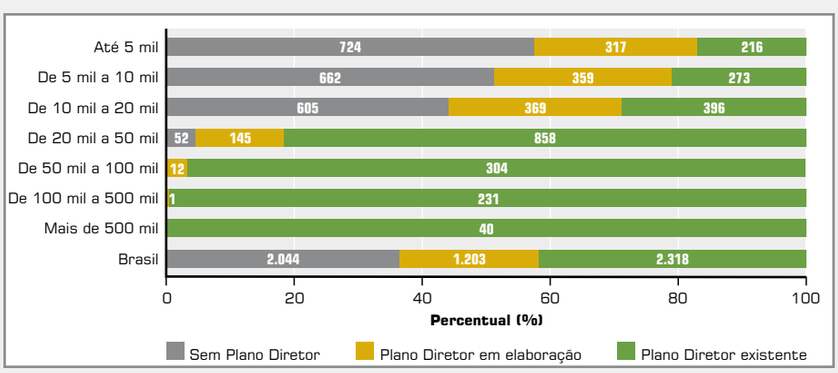


Figura A
Situação do processo de elaboração dos planos diretores, por classes de municípios, Brasil, 2009.
Fonte: IBGE (2010b)

7.3.2 Investimentos em Saneamento

A atuação do Governo federal no setor de saneamento básico é caracterizada por uma multiplicidade de agentes intervenientes como o Ministério das Cidades, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa/MSaúde), o Ministério da Integração Nacional (MI), o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), entre outros. Na última década, devido a esse esforço conjunto, o Brasil retomou, de forma contínua e crescente, os investimentos federais em saneamento básico.

Os valores totais investidos[11], entre 2003 e 2010, foram de R$ 54,89 bilhões[12], enquanto os desembolsos[13] somaram R$ 28,7 bilhões[14] no mesmo período. Salienta-se que, apenas para o quinquênio 2011-2015, estão previstos investimentos em saneamento superiores a R$ 40 bilhões. Os valores comprometidos e desembolsados em saneamento básico por ano, entre 2003 e 2010, detalhados na Figura 7.31, indicam que a média dos valores comprometidos no período 2007-2010 (R$ 10,59 bilhões) foi 338% superior em relação ao período 2003-2006 (R$ 3,13 bilhões). Por sua vez, a média dos desembolsos, de R$ 1,58 bilhão no primeiro período, cresceu 354% no período seguinte, contabilizando o montante médio de R$ 5,6 bilhões.

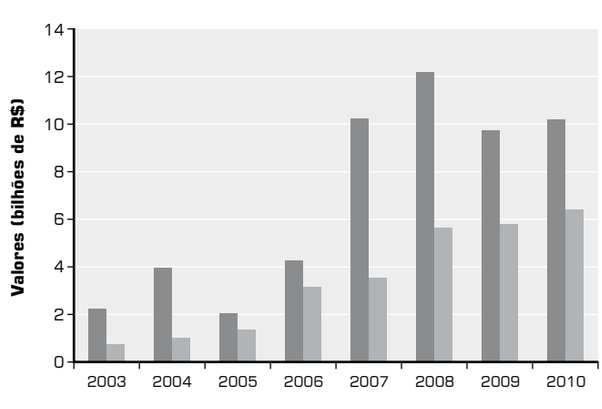


Figura 7.31 Valores comprometidos e desembolsados em saneamento básico, de 2003 a 2010, em bilhões de reais – Governo federal e fundos financiadores.
Fonte: Brasil (2008b; 2009c; 2010)

[11] Nesse caso, os investimentos são os compromissos de gastos, que correspondem a investimentos futuros compromissados pela União e contemplam os valores dos contratos de empréstimos (financiamentos) somados aos valores dos empenhos realizados com recursos não onerosos do Orçamento Geral da União.
[12] Divididos em 49% dos comprometidos oriundos de recursos não onerosos e 51% de recursos onerosos.
[13] Os desembolsos representam os recursos financeiros efetivamente depositados pela União nas contas correntes dos empreendimentos e, usualmente, estão associados à execução física das etapas de empreendimentos.
[14] Dividido em 46% de recursos não onerosos e 53% de recursos onerosos.

Com o objetivo de viabilizar tais investimentos, foram implementadas medidas institucionais que aperfeiçoaram os mecanismos de cooperação federativa e propiciaram aos estados e municípios, responsáveis pela prestação dos serviços e execução das intervenções, o acesso aos recursos disponibilizados pela União. Nesse cenário, destaca-se que o PAC ampliou consideravelmente o aporte de recursos disponíveis para o quadriênio 2007-2010, com previsão de elevação desse patamar para o período de 2011 a 2015.

Visando aumentar a eficiência dos prestadores de serviços e induzir a gestão consorciada dos serviços de saneamento, foram investidos R$ 200 milhões em recursos federais para o apoio a projetos e planos municipais de saneamento, e R$ 1,35 bilhão em programas de melhorias operacionais e de redução de custos e de perdas. Para o próximo quinquênio, estão previstos investimentos no montante de R$ 3,6 bilhões em ações estruturantes, incluindo R$ 2 bilhões em ações de redução de perdas de água (BRASIL, 2011a). A Figura 7.32 detalha os valores comprometidos e desembolsados, por região, de 2003 a 2010.

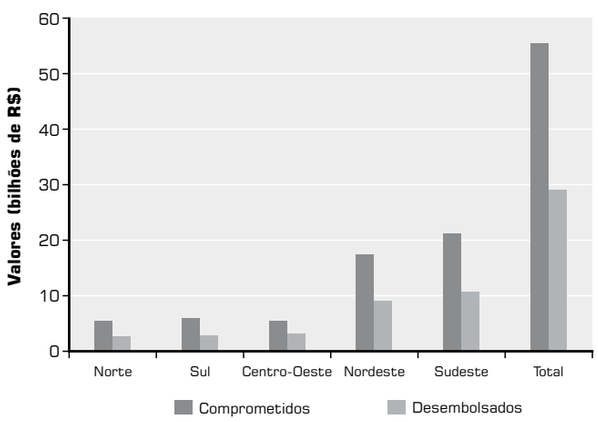


Figura 7.32 Valores comprometidos e desembolsados em saneamento básico (2003 a 2010).
Fonte: Brasil (2008b; 2009c; 2010)

Observa-se, assim, que a Região Sudeste foi beneficiada por 38,11% dos valores comprometidos, seguida da Nordeste com 31,49%. Ressalta-se que os desembolsos destinaram-se, principalmente, às regiões Sudeste (37,17%) e Nordeste (31,53%).

Os valores gastos de 2003 a 2010, por modalidade de intervenção em saneamento, detalhados na Figura 7.33, indicam que as modalidades de abastecimento de água e de esgotamento sanitário foram as que tiveram os maiores valores comprometidos (9,2% e 6,9%, respectivamente) e desembolsados no período (15,8% e 15,7%, respectivamente).

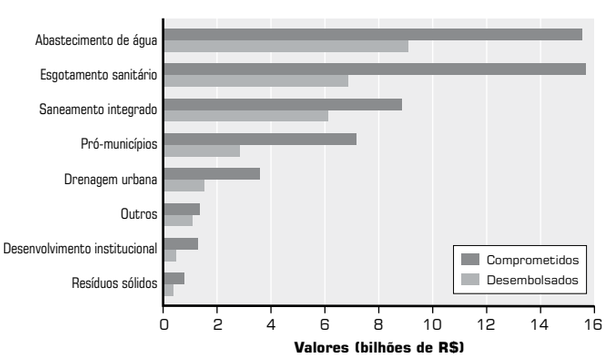


Figura 7.33 Valores comprometidos e desembolsados por modalidade de intervenção em saneamento, de 2003 a 2010, em bilhões de reais.
Fonte: Brasil (2008b; 2009c; 2010)

A destinação prioritária de recursos para a Região Sudeste é resultado dos critérios adotados para acesso aos recursos onerosos, que privilegiam as áreas com maior dinamismo econômico. Já os recursos não onerosos, oriundos de fontes orçamentárias, são direcionados principalmente para as regiões Norte e Nordeste, mais carentes em relação à prestação de saneamento.

Destaca-se que a maior parte dos recursos para investimentos em saneamento são provenientes de fontes onerosas. Nesse sentido, Santoni (2010) considera que, embora a identificação da melhoria relativa ao acesso dos serviços de saneamento, não houve redução substantiva das desigualdades estruturais na prestação dos serviços. Conclui, assim, que além de insuficiente para garantir a universalização do saneamento, o crescimento ocorreu de forma regressiva tanto do ponto de vista social como regional.

7.3.3 Investimentos em Mobilidade Urbana

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei nº 12.587/2012, estabelece princípios, diretrizes e instrumentos para que os municípios possam planejar um sistema de transporte coletivo capaz de atender à população e contribuir para o desenvolvimento urbano sustentável. De acordo com a referida política, os investimentos em mobilidade urbana priorizam os modos de transporte coletivo, público e não motorizado, no lugar do individual, particular e motorizado, de forma efetiva, socialmente inclusiva e sustentável, com o objetivo de propiciar o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável.

Um dos compromissos da Política Nacional de Mobilidade Urbana é a sustentabilidade ambiental, por meio do uso equânime do espaço urbano, da melhoria da qualidade de vida, da qualidade do ar e da sustentabilidade energética, com vista a promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades.

A Figura 7.34 ilustra o total dos investimentos estruturais em mobilidade: até 2006, no quadriênio 2007-2010 (valores comprometidos) e no quinquênio 2011-2015 (valores previstos). O setor de mobilidade urbana e transporte vem ganhando importância e experimentando incrementos nos investimentos alocados na última década. Como apresentado, os recursos direcionados ao setor pelo Governo federal passam de um patamar de R$ 2,67 bilhões, contratados até 2006, para mais de R$ 30 bilhões previstos no período 2011-2015.

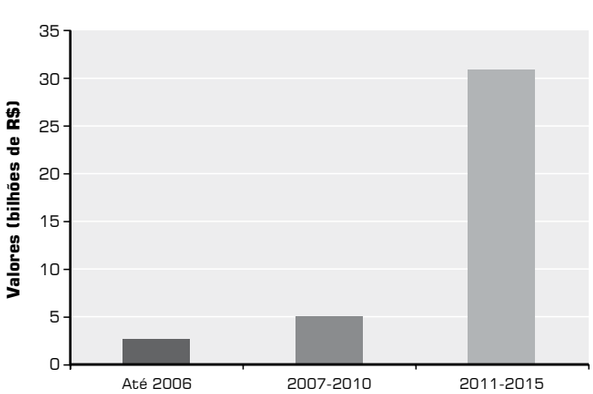


Figura 7.34 Investimento federal em mobilidade urbana.
Fonte: Balanço de 8 anos de governo e SIOP PPA - 2012-2015

Para a mobilidade urbana, o PAC representou o primeiro grande esforço na retomada de investimentos federais, com gastos em recuperação e expansão de sistemas metroferroviários sob gestão federal ou recentemente descentralizada. São os casos de Belo Horizonte (MG), Salvador (BA), Fortaleza (CE), Recife (PE) e Porto Alegre (RS), além do corredor expresso de São Paulo (SP). Contudo, a maior parte do recurso comprometido, no quadriênio 2007-2010, refere-se à contratação de financiamento para as cidades-sede da Copa do Mundo 2014, com o objetivo de realizar obras de mobilidade urbana importantes para o evento, mas também como um legado fundamental para a população. Nesse período, houve acréscimo de 87% de investimentos direcionados ao setor em relação ao período anterior.

Para o período 2011-2015, estão previstos mais R$ 4,68 bilhões a serem investidos em sistemas de transporte coletivo nas cidades-sedes da Copa do Mundo em 2014 e das Olimpíadas em 2016. A esses recursos somam-se R$ 18 bilhões previstos no PAC 2 para investimentos em sistemas de transporte coletivo em grandes centros urbanos, e mais R$ 6 bilhões para obras de pavimentação em regiões de baixa renda com adensamento populacional e infraestrutura deficiente. Esse movimento explica a elevação da previsão de recursos seis vezes maior que no período anterior.

7.3.4 Programa Cidades Sustentáveis

Vários projetos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento sustentável nas cidades, a partir da articulação dos temas ligados à qualidade de vida no ambiente urbano, entre os quais se destacam: o controle da poluição; a proteção de áreas ambientalmente frágeis e de risco; o desempenho das infraestruturas de saneamento, mobilidade e energia.

A aplicação dos preceitos de desenvolvimento sustentável aos contextos urbanos é fundamental para a efetiva transição das organizações atuais e concretização das cidades sustentáveis, tendo em vista que elas concentram os centros de comando político e econômico, bem como são polos de irradiação dos padrões de consumo, das inovações tecnológicas e do conhecimento.

Surge, nesse contexto, o Programa Cidades Sustentáveis, que se propõe a sensibilizar, mobilizar e oferecer ferramentas para que as cidades brasileiras se desenvolvam de forma econômica, social e ambientalmente sustentável. O programa utiliza como ferramenta uma plataforma de trabalho inspirada nos compromissos da Carta de Aalborg (Dinamarca), um pacto político com o desenvolvimento sustentável, assinado por mais de 650 municípios, principalmente europeus. Os compromissos consideram a participação da comunidade local na tomada de decisões, a economia urbana preservando os recursos naturais, a equidade social, o correto ordenamento do território, a mobilidade urbana, o clima mundial e a conservação da biodiversidade, entre outros aspectos relevantes. Para a realidade brasileira, os eixos de educação para a sustentabilidade e qualidade de vida e, ainda, cultura para a sustentabilidade foram adicionados à plataforma. A título de exemplo, a Tabela 7.9 apresenta uma lista de boas práticas realizadas em diferentes cidades brasileiras.

O Programa Cidades Sustentáveis é voluntário e sua adoção depende da aceitação pelas instâncias decisórias de entidades e governos. Ressalta-se que as ações apresentadas na Tabela 7.9 são aquelas cujo programa afirma estarem em consonância com suas diretrizes para a sustentabilidade e que muitas já apresentam resultados concretos.

Tabela 7.9 Municípios com boas práticas em cidades sustentáveis – Brasil.

Eixo	Projeto	Cidade/UF
Ação local para a saúde	Programa Ambientes Verdes e Saudáveis	São Paulo/SP
	Lei da Cidade Limpa	São Paulo/SP
	Biossistema Integrado	Petrópolis/RJ
Bens naturais comuns	Cultivando Água Boa	Foz do Iguaçu/PR e arredores
Consumo responsável e opções de estilo de vida	Avemare – Cooperativa de Catadores	Santana de Parnaíba/SP
Do local para o global	Conexões Sustentáveis (São Paulo - Amazônia)	Lançado em São Paulo/SP
Economia local, dinâmica, criativa e sustentável	Banco Palmas	Fortaleza/CE
	Piraí Digital	Piraí/RJ
Educação para a sustentabilidade e qualidade de vida	Minha Escola, Meu Lugar	Estado de Santa Catarina
	Araçuaí Sustentável	Araçuaí/MG
	Arranjos Educativos Locais (AEL)	Curitiba/PR
	Fundação Casa Grande – Memorial do Homem Kariri	Nova Olinda/CE
	Bairro-Escola	São Paulo/SP
	Educação Gaia – Design para Sustentabilidade	Diversas cidades
Equidade, Justiça Social e Cultura de Paz	Segurança Pública – Medidas de Transformação	Diadema/SP
	Formação em Segurança Pública, Direitos Humanos e Cidadania	Macapá/AP
	Justiça Restaurativa para Resolução de Conflitos	Porto Alegre/RS
	Ações ambientais em prol da ressocialização de presos e da preservação de água potável	Rio de Janeiro/RJ
Gestão local para a Sustentabilidade	Lei do Plano de Metas	São Paulo/SP
	Paragominas combate o desmatamento e vira exemplo de sustentabilidade na Amazônia	Paragominas/PA
Governança	Orçamento Participativo (OP)	Porto Alegre/RS
Planejamento e Desenho Urbano	Planejamento Urbano Orientado pela Sustentabilidade	Curitiba/PR

Fonte: Programa Cidades Sustentáveis (http://www.cidadessutentaveis.org.br)

7.4 Políticas Públicas para o Ambiente Urbano

Como forma de resgatar e universalizar o direito à cidade, é imprescindível que existam políticas públicas adequadas na busca de soluções às questões urbanas de maneira intersetorial e participativa.

Nesse enfoque, a avaliação aprofundada dessas políticas passa a ser vista como condição essencial na verificação dos resultados e das respostas, no âmbito da governança, para o enfrentamento dos desafios e exploração das possibilidades postos às políticas públicas voltadas à qualidade dos ambientes urbanos. Busca-se, dessa forma, destacar algumas dessas políticas e analisá-las quanto à sua intersetorialidade[15].

O ordenamento territorial, habitação, saneamento, mobilidade e saúde guardam grande integração e interação entre si e com a qualidade dos ambientes urbanos. Por esse motivo, é importante verificar como as políticas destinadas a cada uma dessas questões se relacionam, e se a maneira como ocorrem favorece a elaboração de soluções multidisciplinares para as cidades brasileiras.

A Tabela 7.10 indica como as políticas públicas são propostas e implementadas. Observa-se que parte delas é organizada com articulação setorial, ou seja, define suas estratégias de atuação por meio de organismos e instrumentos do próprio setor. Outras são articuladas intersetorialmente e, nesses casos, ações são desenvolvidas no âmbito de instituições de diferentes setores.

Tabela 7.10 Formas de articulação das políticas urbanas.

Política Pública	Articulação	Políticas Relacionadas	Instrumentos de Atuação
Saneamento Ambiental	Setorial/ Intersetorial	Meio Ambiente, Saúde, Desenvolvimento Urbano	Plano Municipal de Saneamento Ambiental
Mobilidade Urbana Sustentável	Setorial/ Intersetorial	Desenvolvimento Urbano, Saneamento Ambiental, Habitação, Meio Ambiente	Plano Diretor, Plano de Transporte Urbano
Política de Apoio à Elaboração e Revisão de Planos Diretores	Setorial	Relação Institucional	Plano Diretor
Política de Apoio à Regularização Fundiária	Setorial	Meio Ambiente, Habitação, Plano Diretor	Plano Diretor
Política de Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais	Setorial	Relação Institucional (Programas de Habitação), Transporte e Mobilidade Urbana	Áreas Urbanas Centrais
Política de Prevenção de Riscos em Assentamentos Precários	Setorial	Relação Institucional (Programas de Regularização Fundiária e Habitação)	Plano Municipal de Redução de Riscos
Habitação	Setorial	Saneamento Ambiental, Social, Regularização Fundiária, Desenvolvimento Urbano, Desenvolvimento Regional e Local	Plano Municipal de Habitação, Federal, Estadual
Saúde	Setorial/ Intersetorial	Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Educação	Comissões intersetoriais e outros fóruns.

Fonte: Adaptado de Nascimento (2010)



Bruno Dorfman Buys

[15] Intersetorialidade é a capacidade de uma política pública interagir com outras políticas públicas, instituições, esferas governamentais ou da sociedade civil em alguma etapa de sua elaboração ou implementação. Ver Sposati (2006).

No âmbito de cada política pública, existem planos, programas e ações que detalham a atuação governamental. Com isso, verificam-se as tendências e os vetores que afetam diretamente o ambiente citadino e o modo de vida das pessoas que lá residem. O resultado desse levantamento é apresentado na Tabela 7.11, que expõe os aspectos ambientais, os órgãos que atuam em cada um deles e as ações e programas desenvolvidos no tema em questão.

Tabela 7.11 Aspectos ambientais tratados pelo Governo federal em seus planos e programas (até 2011).

Aspectos Ambientais	Órgãos	Programas, Ações e Recursos
Planejamento Urbano e Uso Sustentável do Solo	Ministério das Cidades	Programa Nacional de Capacitação das Cidades.
		Plano Nacional de Habitação: Minha Casa, Minha Vida e PAC. Programa Habitar Brasil/BID.
		Programa de Fortalecimento da Gestão Municipal Urbana; Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários; Programa de Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais; Programas de Revitalização de Bens do Patrimônio Histórico Nacional; Conselho das Cidades.
	Ministério do Meio Ambiente	Projeto BRA/OEA/08/001 – Cidades Sustentáveis; Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH); Unidades de Conservação; Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP); Regularização da Situação Fundiária das Unidades de Conservação Federais; Planos de Manejo; Câmara Federal de Compensação Ambiental; Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE); Programa Agenda 21; Política Nacional de Mudança do Clima; Plano Nacional de Mudanças do Clima; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.
	Casa Civil	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Projeto BRA/06/032 – Cidades Sustentáveis.
	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome	Programa de Agricultura Urbana e Periurbana; Panorama da Agricultura Urbana e Periurbana no Brasil e Diretrizes Políticas para sua Promoção; Rede de Intercâmbio de Tecnologias Alternativas (Rede).
	Ministério da Cultura	Programa Monumenta; PAC Cidades Históricas.
	Ministério do Turismo	Programa Monumenta; Brasil 2014; Plano Nacional do Turismo.
Mobilidade Urbana	Ministério das Cidades	Programa Brasil Acessível; Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta.
Proteção e Valorização de Áreas Naturais	Ministério do Meio Ambiente	Criação de Unidades de Conservação; Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP); Projeto Corredores Ecológicos; Câmara Federal de Compensação Ambiental.
Conservação de Água	Ministério da Integração Nacional	Componente Gerenciamento, Monitoria e Avaliação do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (Proágua) – parceria ANA.
		Banco Mundial.
	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome	Programa Um Milhão de Cisternas.
	Ministério do Meio Ambiente	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água; Plano de Recursos Hídricos; Agenda Nacional de Conservação da Água e Uso Racional; Conservação e Reuso de Água em Edificações.
Recursos Naturais e Energia	Ministério de Minas e Energia	Plano Nacional de Energia; Programa Luz para Todos.
Construções Sustentáveis	Ministério das Cidades	Plano Nacional de Habitação: Minha Casa, Minha Vida e PAC; – Programa Habitar Brasil/BID; Selo Azul da Caixa; Procel Edifica.
	Ministério de Minas e Energia	Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – Procel Edifica – Eficiência Energética nas Edificações.
	Ministério do Meio Ambiente	Conservação e Reuso de Água em Edificações.
	Ministério da Cultura	Programa Monumenta.
	Ministério do Turismo	Brasil 2014 – Programa de Desenvolvimento do Turismo (Prodetur); PAC; Programa de Certificação do Turismo; Sistema de Classificação de Meios de Hospedagem.
Padrões de Produção e Consumo Sustentável	Ministério do Meio Ambiente	Plano Nacional de Ação para a Produção e Consumo Sustentável; A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública.
Saneamento Básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e manejo de águas pluviais)	Ministério das Cidades	Saneamento Básico para Todos; Serviços de Água e Esgoto para Todos; Planos Municipais de Saneamento Básico; Programa de Drenagem Urbana Sustentável; Programa de Ação Social em Saneamento; (PASS BID); Resíduos Sólidos.
	Ministério do Meio Ambiente	Plano Nacional de Recursos Hídricos; Programa de Resíduos Sólidos Urbanos; Política Nacional de Resíduos Sólidos.
	Casa Civil	Programa Pró-Catador.
	Ministério da Saúde	Painel de Informações em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (Pisat); Fórum Brasileiro de Redes de Cidades, Municípios e Comunidades Saudáveis e Sustentáveis.
Medidas de Adaptações às Mudanças Climáticas	Ministério do Meio Ambiente	Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).
Qualidade do Ar	Ministério do Meio Ambiente	Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA); Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar); Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve); Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot); Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários; e Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso (Programas de I/M).
Poluição Sonora	Ministério do Meio Ambiente	Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora.

Fonte: MMA (Projeto BRA/OEA/08/001)

Dos dados apresentados, destaca-se a participação de diferentes órgãos na execução de ações e programas relacionados a um mesmo aspecto ambiental, o que comprova a referida intersetorialidade das ações.

Com base nas reflexões desenvolvidas, é imprescindível a integração entre as políticas públicas para o enfrentamento dos problemas ambientais e urbanos, dadas suas características essencialmente multidisciplinares. Com isso, mesmo sem se dispor de avaliações aprofundadas sobre cada uma dessas políticas, é possível afirmar que existem evidências de interação entre elas com resultados positivos.

Referências

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2008**. São Paulo, 2009. Disponível em: <www. http://abrelpe.org.br>. Acesso em: 11 out. 2011.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009**. São Paulo, 2010. Disponível em: <www. http://abrelpe.org.br>. Acesso em: 11 out. 2011.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <www. http://abrelpe.org.br>. Acesso em: 11 out. 2011.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água – Panorama Nacional. Brasília, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2011.

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília: 1998. Disponível em: http://www.snis.gov.br/arquivos_snis/5diagnosticos/5.1Agua&Esgoto/5.1.4_Diagnostico-1998Texto_em_pdf/1998_D4_Texto.Zip. Acesso em: 1 nov. 2011.

_____. Ministério da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento**: marco conceitual e estratégia metodológica. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília, 2004a.

_____ Ministério das Cidades. **Política Nacional de Habitação**. Cadernos MCidades Habitação. Brasília, 2004b. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil 2005**. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Deficit2005.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2011.

_____. Ministério da Saúde. **Mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil**. Brasília, 2007a. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro_mortalidade_transito.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil 2006**. Brasília, 2007b. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Deficit-2006_06-05-2008.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil 2007**. Brasília, 2008a. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosZIP/DeficitHabitacional.zip>. Acesso em: 28 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Gasto público em saneamento básico**. Relatório de aplicações de 2007. Brasília, 2008b. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Gasto_Publico_Saneamento_2007.pdf. Acesso em 4 nov. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica**. 7 ed. Brasília – DF, 2009a.

_____. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília, 2009b.

_____. Ministério das Cidades. **Gasto público em saneamento básico**. Relatório de aplicações de 2008. Brasília, 2009c. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Gasto_Publico_Saneamento_2008.pdf. Acesso em 7 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Gasto público em saneamento básico**. Relatório de aplicações de 2009. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Gasto_Publico_Saneamento_2009.pdf. Acesso em: 8 nov. 2011.

_____. Ministério das Cidades. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2009. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2011a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano – SRHU. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2011b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Brasília, 2011c.

DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito). Estatística – Frota. 2011. Disponível em <www.denatran.gov.br>. Acesso em 11 fev. 2012.

EPA (United States Environmental Protection Agency), 2005. **Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants**. North Carolina, 2005. Disponível em: http://www.epa.gov/ncea/pdfs/Ozone/Vol1fm.pdf. Acesso em: 15 fev. 2012.

ESTEVES, G. R. T.; BARBOSA, S. R. C. S; SILVA, E. P.; ARAÚJO, P. D. **Estimativa dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana**: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo. Proposta de artigo baseada em trechos da Tese de Doutorado intitulada: Custos da Poluição dos Transportes na Saúde Pública da Região Metropolitana de São Paulo, desenvolvida no Programa de Planejamento de Sistemas Energéticos, NIPE/FEM/Unicamp, 2007.

FUNASA (Fundação Nacional de Saúde). **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Brasília, 2010.

HELLER, L. **Saneamento e Saúde**. Brasília: OPAS/MS Representação no Brasil, 1997.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Relatório de emergências ambientais 2010**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/documentos/ocorrencias-de-acidentes-ambientais-2011>. Acesso em: 30 nov. 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2000 – migração e deslocamento – resultados da amostra**. Rio de Janeiro, 2003a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/migracao/censo2000_migracao.pdf>. Acesso em: 24 out. 2011.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2001**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2003b. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2001/munic2001.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2004**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2005/munic2005.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2005**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2005/munic2005.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade – revisão 2008**. Estudos e pesquisas – Informação demográfica e socioeconômica, n. 24. Rio de Janeiro, 2008a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/projecao.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2011.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2008**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2008b. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2008/munic2008.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico - 2008**. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 31 out. 2010.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2009**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2009/munic2009.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2011.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios – 2009**. Rio de Janeiro, 2010c. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/pnad_sintese_2009.pdf. Acesso em 31 out. 2011.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2010. Rio de Janeiro, 2010d.

_____. **Censo demográfico 2010**. Resultados preliminares do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2011a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares/default_resultados_preliminares.shtm>. Acesso em: 11 out. 2011.

_____. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, 2011b.

_____. **Censo demográfico 2010**. Aglomerados subnormais: primeiros resultados. Brasília, 2011c. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/ aglomerados_subnormais/ agsn2010.pdf. Acesso em: 31 jan 2012.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Relatório de Pesquisa. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: http://agencia.ipea.gov.br/images/stories/PDFs/ 100514_relatpsau.pdf. Acesso em 11 nov. 2011.

_____. A mobilidade urbana no Brasil. Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. **Comunicados do IPEA**, n. 94, 2011a. (Série Desenvolvimento Brasileiro). Disponível em: <http://ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=8589>. Acesso em: 18 nov. 2011.

_____. **Mobilidade urbana**. Sistema de indicadores de percepção social. 2011b. Disponível em: <http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/110124_sips_mobilidade.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2011.

_____. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Texto para Discussão 1606. Brasília, 2011c. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/TD_1606_WEB.pdf. Acesso em 4 nov. 2011.

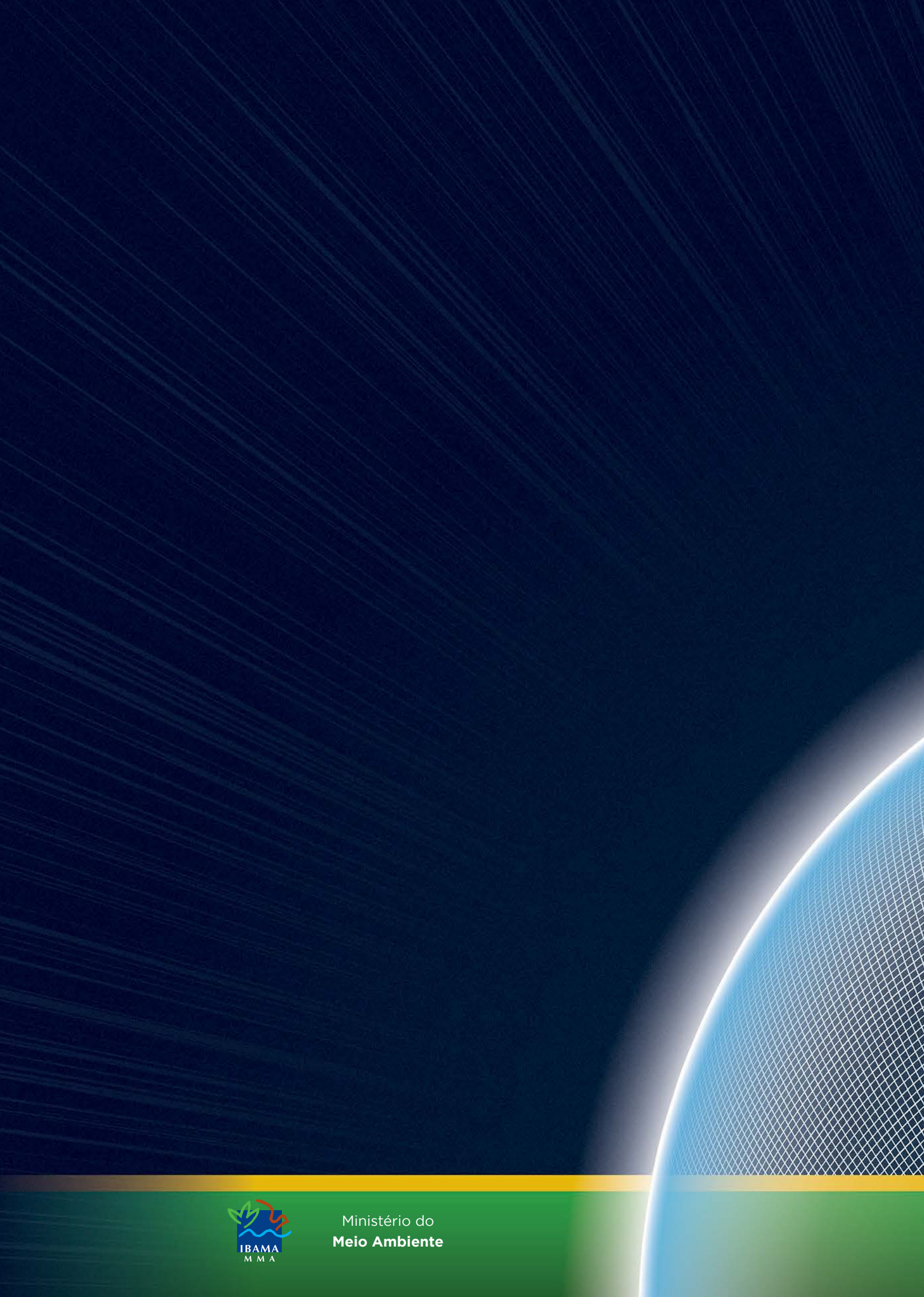
NASCIMENTO, S. Reflexões sobre a Intersetorialidade entre as políticas públicas. **Serviço Social & Sociedade**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sssoc/n101/06.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2011.

ONU/OMS (Organização das Nações Unidas; Organização Mundial da Saúde). **Air quality guidelines – global update 2005**. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: 2006. Chapter 7:153-171.2006.

SANTONI, L. **Saneamento básico e desigualdades**: o financiamento federal da política pública (2003-2009). Brasília, 2010. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/7847/1/2010_LauseaniSantoni.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

SOUSA E SILVA, L.; TRAVASSOS, L. **Problemas ambientais urbanos**: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. Cadernos Metrópole, n. 19, p. 27-47, 2008. Disponível em: <http://www.cadernosmetropole.net/download/cm_artigos/cm19_118.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2011.

SPOSATI, A. Gestão pública intersetorial: sim ou não? Comentários de experiência. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n. 85, p.133-141, 2006.


IBAMA
MMA
Ministério do
Meio Ambiente