Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima



Brasília 2010

parte-0.indd 1 10/23/10 1:36 AM

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SERGIO MACHADO REZENDE

SECRETÁRIO EXECUTIVO
LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS

SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO

SECRETÁRIO EXECUTIVO DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL DE MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA
JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

parte-0.indd 2 10/23/10 1:36 AM

Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima



Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima
Ministério da Ciência e Tecnologia
Brasília, 2010

parte-0.indd 3 10/23/10 1:36 AM

EQUIPE MCT

EXEMPLARES DESTA PUBLICAÇÃO PODEM SER OBTIDOS NO:
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento - SEPED
Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima – CGMC
Esplanada dos Ministérios Bloco E 2º andar Sala 268 CEP: 70067-900 – Brasília – DF
Telefone: 61 3317-7923 e 3317-7523 Fax: 61 3317-7657
Email: cpmg@mct.gov.br Página de *internet*: http://www.mct.gov.br/clima

COORDENADOR DA COMUNICAÇÃO NACIONAL
JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ
ADRIANO SANTHIAGO DE OLIVEIRA – COORDENADOR SUBSTITUTO

ASSISTENTES
ELISANGELA RODRIGUES SOUSA
JERÔNIMA DE SOUZA DAMASCENO
CÍCERA THAIS SILVA LIMA

COORDENADOR TÉCNICO DO SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA
NEWTON PACIORNIK
MAURO MEIRELLES DE OLIVEIRA SANTOS – COORDENADOR SUBSTITUTO

EQUIPE
ANA CAROLINA AVZARADEL
DANIELLY GODIVA SANTANA DE SOUZA
MÁRCIA DOS SANTOS PIMENTA
MAYRA BRAGA ROCHA
RICARDO LEONARDO VIANNA RODRIGUES

COORDENADOR TÉCNICO DE CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS, DAS PROVIDÊNCIAS PREVISTAS OU TOMADAS, E DE OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO
HAROLDO DE OLIVEIRA MACHADO FILHO
RENATO DE ARAGÃO RIBEIRO RODRIGUES – COORDENADOR SUBSTITUTO

EQUIPE
MÔNICA DE OLIVEIRA SANTOS DA CONCEIÇÃO
SONIA REGINA MUDROVITSCH DE BITTENCOURT

COORDENADOR ADMINISTRATIVO
MARCOS WILLIAN BEZERRA DE FREITAS

EQUIPE
CLAUDIA SAYURI MIYAKI
JULIANA PATRÍCIA GOMES PEREIRA
JULIANA GOMES DOS SANTOS ANDRADE

EQUIPE DE INFORMÁTICA
HENRIQUE SILVA MOURA
PEDRO GABRIEL PICANÇO MONTEJO
PEDRO RENATO BARBOSA
RODRIGO ALBUQUERQUE LOBO

EDIÇÃO FINAL
EAGLES MUNIZ ALVES



parte-0.indd 4 10/23/10 1:36 AM

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS, BLOCO E

FONE: 55 (61) 3317-7500

FAX: 55 (61) 3317-7657

Site: http://www.mct.gov.br

CEP: 70.067-900 – Brasília – DF

parte-0.indd 5 10/23/10 1:36 AM

Prefácio

Esta Segunda Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima mostra programas governamentais e iniciativas que estão permitindo reduções consistentes das emissões de gases de efeito estufa. Alguns desses programas e iniciativas são responsáveis pelo fato de o Brasil ter uma matriz energética comparativamente "limpa", com baixos níveis de emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida. Outras iniciativas, como o combate ao desflorestamento e a promoção dos biocombustíveis e da eficiência energética, também contribuem para que os objetivos de desenvolvimento sejam alcançados, com desvio acentuado na curva tendencial das emissões de gases de efeito estufa no Brasil.

Historicamente, o Brasil vem fazendo sua parte no combate à mudança do clima, e está preparado para manter o protagonismo no contexto do esforço global para enfrentar o problema. Foi o primeiro país a assinar a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, resultado da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992. A Convenção-Quadro é considerada um dos instrumentos multilaterais mais equilibrados, universais e relevantes da atualidade. Foi ratificado pelo Congresso Nacional em 1994.

A mais recente e uma das mais eficazes iniciativas do Brasil nesse campo foi a definição da Política Nacional sobre Mudança do Clima-PNMC, instituída por meio da Lei 12.187/09. Os compromissos nacionais voluntários incorporados a ela haviam sido anunciados pelo presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva em Copenhague, em dezembro de 2009, durante o Segmento de Alto Nível da 15 ª Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima (COP 15) e da 5ª Conferência das Partes da Convenção servindo como Reunião das Partes no Protocolo de Quioto (CMP-5). De acordo com a lei, o Brasil adotará ações voluntárias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas a reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020, com base nos valores de 2005. A lei estabelece ainda que essa projeção, assim como o detalhamento das ações para alcançar o objetivo de mitigação, terão por base o Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, o qual é parte principal desta Segunda Comunicação Nacional.

As ações necessárias para a consecução dos compromissos voluntários assumidos pelo Brasil vão resultar do esforço de órgãos do governo federal e dos governos estaduais, bem como do conjunto da sociedade.

Como se sabe, a responsabilidade pela coordenação da implementação dos compromissos resultantes da Convenção foi entregue ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT logo após a Rio-92, o que evidencia a importância que o país atribui à ciência e às tecnologias associadas à mudança do clima. A questão da mudança global do clima é eminentemente de cunho científico e tecnológico no curto e médio prazos. É científico quando se trata de definir a mudança do clima, suas causas, intensidade, vulnerabilidades, impactos e redução das incertezas inerentes. Tem cunho tecnológico porque as medidas de combate ao aquecimento global conduzem a ações com vistas a promover o desenvolvimento, a aplicação, a difusão e a transferência de tecnologias e processos para prevenir o problema e seus efeitos adversos.

O Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional-PACTI 2007-2010 inclui no eixo estratégico Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas, um programa específico para a área de mudança do clima. Denominado "Programa Nacional de Mudanças Climáticas", tem como objetivo expandir a capacidade científica, tecnológica e institucional do Brasil na área de mudança global do clima, de forma a ampliar o conhecimento sobre a questão, identificar os impactos sobre o país, e subsidiar políticas públicas de enfrentamento do problema nos planos nacional e internacional. Foram estabelecidas ações específicas para serem implementadas durante o período compreendido pelo Plano. Uma delas destinou-se a apoiar a preparação desta Segunda Comunicação Nacional do Brasil.

Tal como na Comunicação Inicial do Brasil, o trabalho desta Segunda Comunicação pautou-se pelos princípios de seriedade, rigor científico, descentralização e transparência. A experiência adquirida no exercício do primeiro documento possibilitou avanços, os quais poderão ser constatados neste volume.

O MCT mobilizou para a elaboração da Segunda Comunicação Nacional ampla rede de parcerias. Essa rede começou a ser formada em meados da década de 1990 e fortaleceu-se desde então. Foram envolvidas mais de 600 instituições e 1.200 especialistas com reconhecida capacidade em cada área específica dos mais diversos setores (energético, in-

parte-0.indd 6 10/23/10 1:36 AM

dustrial, florestal, agropecuário, de tratamento de resíduos, etc.), tanto governamental, quanto da iniciativa privada e da academia.

O Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, integrante desta Comunicação, exigiu árduo trabalho e amplos recursos humanos, técnicos e financeiros. Apresenta resultados gratificantes, sobretudo por basear-se em metodologia complexa e detalhada. As informações do setor de mudança do uso da terra e florestas no país, por exemplo, foram obtidas com uso intensivo de imagens de satélite e um sistema sofisticado de processamento digital da informação. Houve um avanço considerável na evolução desta avaliação no país, embora se reconheça que ainda restam alguns desafios. É necessário continuar avançando na qualidade da informação bem como manter a estrutura de preparação do inventário nacional em bases sustentáveis.

A revisão detalhada do conteúdo da Segunda Comunicação Nacional, e em particular dos resultados do Inventário, buscou assegurar a confiabilidade e a transparência das informações. Os relatórios de referência ficaram disponíveis na rede mundial de computadores. Promoveu-se amplo processo de revisão por especialistas das mais diversas áreas e por meio de um abrangente processo de consulta pública no período de abril a setembro de 2010.

Um dos pilares da Convenção é o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas. Apesar de o Brasil não ter, de acordo com o regime internacional de combate ao aquecimento global, obrigações quantificadas de limitação ou redução de emissões de gases de efeito estufa, o país está atuando de forma decisiva e dando contribuições concretas para a luta contra a mudança do clima.

A apresentação deste documento é mais um passo institucional decisivo do governo do Presidente Lula no sentido de honrar um dos compromissos mais importantes do país no âmbito da Convenção, contribuindo para melhorar o entendimento do problema global e para o avanço da ciência da mudança do clima, a partir da realidade nacional descrita por meio dos programas e ações desenvolvidos no país.

Esta Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção confirma o compromisso do país em reforçar o papel das instituições multilaterais que são o marco adequado para a solução de problemas de natureza global que afetarão a comunidade internacional. O material contido neste documento ilustra como o Brasil tem contribuído de maneira relevante para o objetivo da Convenção sobre Mudança do Clima, demonstrando que a mitigação do fenômeno e a adaptação aos seus efeitos são possíveis sem com isso comprometer as ações voltadas ao crescimento sócio-econômico e à erradicação da pobreza, prioridades primordiais e absolutas dos países em desenvolvimento.

Sergio Machado Rezende
Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia
Brasília, outubro de 2010

parte-0.indd 7 10/23/10 1:36 AM

Introdução

Dentre os compromissos assumidos pelo país junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC está o de desenvolver e atualizar, periodicamente, inventários nacionais das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal; de apresentar uma descrição geral das medidas previstas ou tomadas para implementar a Convenção; além de apresentar qualquer outra informação que a Parte considere relevante para a realização do objetivo da Convenção. O documento contendo tais informações é chamado de Comunicação Nacional no jargão da Convenção.

O formato da Comunicação Nacional do Brasil segue as diretrizes contidas na Decisão 17 da 8ª Conferência das Partes da Convenção (documento FCCC/CP/2002/7/Add.2, de 28 de março de 2003) - Diretrizes de elaboração das comunicações nacionais das Partes não incluídas no Anexo I da Convenção. A estrutura de cada capítulo foi desenvolvida com base nessa decisão, adequando-a, obviamente, às circunstâncias nacionais e aos programas e ações desenvolvidas no país.

O governo brasileiro apresenta a Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção, composta de cinco partes. A primeira apresenta as circunstâncias nacionais e arranjos especiais do Brasil, a qual procura apresentar um panorama geral, levando-se em consideração a complexidade desse imenso país, bem como suas prioridades de desenvolvimento. A segunda parte compreende o Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, referente ao período de 1990 a 2005, resultado da consolidação de 18 relatórios setoriais de referência desenvolvidos por instituições de excelência no país bem como por especialistas de grande reconhecimento e informações adicionais obtidas junto a diversas entidades. A terceira parte apresenta as providências previstas ou já implementadas no país e é dividida em duas subpartes: A) Programas contendo medidas referentes à mitigação à mudança do clima; e B) Programas Contendo Medidas para Facilitar Adequada Adaptação à Mudança do Clima, providências essas que, direta ou indiretamente, contribuem para a consecução dos objetivos da Convenção. A quarta parte descreve outras informações consideradas relevantes para o alcance do objetivo da Convenção, abrangendo transferência de tecnologia; pesquisa e observação sistemática; educação, treinamento e conscientização pública; formação de capacidade nacional e regional; e informação e formação de rede. Finalmente, a quinta parte relata as dificuldades financeiras, técnicas e de capacitação para a execução da Segunda Comunicação Nacional.

Apesar de com a Comunicação Inicial do Brasil várias instituições já tivessem adquirido alguma capacidade na área, o trabalho de elaboração de uma Comunicação Nacional é de grande complexidade em um país com as dimensões continentais do Brasil e requer um esforço considerável. Um desafio constante é aumentar o número de especialistas sobre o tema no Brasil. Embora o tema de mudança do clima tenha ganho uma importância crescente, sobretudo após a divulgação do IV Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima - IPCC, ainda é restrito o número de publicações disponíveis em português nas áreas envolvidas, ainda são escassos os recursos humanos e financeiros para desenvolver estudos mais abrangentes.

Para que o Brasil cumprisse as obrigações assumidas no âmbito da Convenção, foi estabelecido um quadro institucional na forma de um Programa, sob a coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia, com recursos financeiros aportados pelo PNUD/GEF. No entanto, é importante destacar que tais recursos serviram para alavancar contrapartidas de diversas instituições parceiras, que participam diretamente da execução de cada resultado do projeto. O orçamento originalmente disponibilizado apenas foi suficiente para a realização dos resultados básicos previstos, sem qualquer ampliação do seu conteúdo ou detalhamento, o que muitas vezes mostrou-se necessário por se tratar de estudos técnicos de alta complexidade para os quais a ampliação do conteúdo e detalhamento contribui, sobremaneira, à qualidade final do resultado.

Durante a elaboração do Inventário, em função de sua abrangência e especificidade, buscou-se envolver diversos setores geradores de informação e a participação de especialistas de diversos ministérios, instituições federais, estaduais, associações de classe da indústria, empresas públicas e privadas, organizações não-governamentais, universidades e centros de pesquisas.

Tal qual na Comunicação Inicial do Brasil, considerando que, em muitos casos, os fatores de emissão default do IPCC para estimar as emissões antrópicas de gases de efeito estufa não são adequados para países em desenvolvimento, foi realizado um grande esforço de obtenção de informações correspondentes às condições nacionais, como, por exemplo, no caso do setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas. No caso deste setor no Brasil, a elaboração do Inventário sempre é um exercício de considerável esforço, devido à complexidade da metodologia utilizada, envolvendo a interpretação de um número muito grande de imagens de satélite. Em função da decisão de utilização parcial de trabalhos anteriores, ainda devido à limitação de recursos, houve atraso no cronograma em função da constatação da

parte-0.indd 8 10/23/10 1:36 AM

necessidade de correção e adaptação desses trabalhos. No setor agricultura, houve também um atraso inesperado em função da disponibilização dos resultados do Censo Agropecuário 2006, cujos resultados são essenciais às metodologias detalhadas adotadas no Inventário, somente terem sido publicados em outubro de 2009.

Estudos pioneiros foram realizados no âmbito do Inventário, visando a aumentar o conhecimento científico sobre emissões resultantes da conversão de florestas em outros usos. Nesse sentido, foi desenvolvido um método complexo, sofisticado e detalhado de avaliação de mudança do uso do solo e florestas, o qual se espera que possa ser replicado em outros países do mundo.

O governo brasileiro contesta a utilização do Potencial de Aquecimento Global (GWP da sigla em inglês para *Global Warming Potential*) para comparação de gases de efeito estufa. A opção de agregar as emissões relatadas em unidades de dióxido de carbono equivalente com o uso do GWP em um horizonte de tempo de 100 anos não foi adotada pelo Brasil, que relatou suas emissões apenas em unidades de massa de cada gás de efeito estufa, conforme apresentado no seu Inventário Inicial. Na visão do Brasil, o GWP não representa de forma adequada a contribuição relativa dos diferentes gases de efeito estufa à mudança do clima. O uso do GWP enfatiza sobremaneira, e de modo errôneo, a importância dos gases de efeito estufa com curtos períodos de permanência na atmosfera, como o metano.

Neste Inventário, optou-se por continuar relatando as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal apenas em unidades de massa de cada gás de efeito estufa. Contudo, de modo a tornar claro a sobreestimação da participação do metano devido ao uso do GWP, optou-se por apresentar em um Box, apenas para fins de informação, os resultados do Inventário utilizando diferentes métricas de conversão em CO_2 equivalente. Nesse Box são apresentadas as emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa utilizando o GWP, mas também são relatadas emissões com base em outra métrica, o Potencial de Temperatura Global - GTP. O GTP compara os gases de efeito estufa por meio de suas contribuições para a mudança na temperatura média na superfície terrestre em um dado horizonte de tempo futuro e reflete melhor a real contribuição dos diferentes gases de efeito estufa para a mudança do clima. Apesar de uma incerteza maior em seu cálculo pela necessidade de utilizar a sensibilidade do sistema climático, o seu uso propiciaria políticas de mitigação mais apropriadas.

É preciso lembrar que ao mesmo tempo em que a avaliação das emissões anuais por cada um dos países é importante para a quantificação das emissões globais e para a compreensão da evolução do problema das mudanças climáticas (atual e futura), as emissões anuais de gases de efeito estufa não representam de maneira adequada e justa a responsabilidade de um país em causar o aquecimento global, visto que o aumento da temperatura é função do acúmulo das emissões históricas dos países, que por sua vez elevam as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Para cada diferente nível de concentração de cada gás de efeito estufa, há um acúmulo de energia na superfície da Terra ao longo dos anos. Como é mencionado na proposta brasileira apresentada durante as negociações do Protocolo de Quioto (documento FCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3), a responsabilidade de um país só pode ser corretamente avaliada a partir da perspectiva da dupla acumulação, o que significa considerar de maneira integral todas as suas emissões históricas, o consequente acúmulo de gases na atmosfera e o aumento da temperatura média da superfície terrestre daí resultante. Portanto, os países industrializados, que iniciaram suas emissões de gases de efeito estufa a partir da Revolução Industrial, têm maior responsabilidade na mudança do clima. Além da responsabilidade pela mudança de clima já observada, dados de emissões históricas indicam que continuarão a ser os principais responsáveis por mais algumas décadas.

Embora os países em desenvolvimento, como o Brasil, não tenham compromissos quantificados de redução ou de limitação de suas emissões antrópicas de gases de efeito estufa, conforme estabelecido no regime internacional de mudança global do clima, a Segunda Comunicação Nacional também evidencia que são desenvolvidos no país inúmeros programas e ações que resultam em uma redução significativa dessas emissões. Algumas dessas iniciativas são responsáveis pelo fato de o Brasil ter uma matriz energética com relevância na participação de recursos renováveis, resultando em menores emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida. A Segunda Comunicação Nacional deixa claro o número crescente, desde a Comunicação Inicial, das diversas iniciativas em vários estágios de implementação que contribuem e/ou contribuirão para a inflexão da taxa de crescimento da curva de emissões de gases de efeito estufa no país.

Outro fator importante a se destacar em relação a esta Segunda Comunicação Nacional é o grande número de instituições e autores e/ou colaboradores envolvidos na sua elaboração. Além disso, todos os textos foram disponibilizados na internet, como parte de uma política de transparência e de participação pública que caracteriza a gestão do Exmo. Sr. Ministro da Ciência e Tecnologia, Sergio Rezende.

A Segunda Comunicação Nacional apresenta o "estado da arte" da implementação da Convenção no país, em relação ao inventário de emissões de gases de efeito estufa até o final do ano 2005, e em relação aos inúmeros programas e ações que o Brasil desenvolveu até 2010, e que demonstram o seu comprometimento com o combate à mudança do clima.

José Domingos Gonzalez Miguez
Coordenador-Geral de Mudanças Globais do Clima

parte-0.indd 9 10/23/10 1:36 AM

Sumário Executivo

A apresentação desta Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC (doravante Convenção sobre Mudança do Clima ou, simplesmente, Convenção) confirma a importância que o Brasil atribui aos compromissos assumidos pelo país no âmbito deste tratado, que constitui o marco institucional adequado por meio do qual a comunidade internacional deve combater a mudança global do clima. Além do mais, é sinal evidente de que o Brasil envidará o máximo de seus esforços para o melhor entendimento do problema global e para o avanço da ciência da mudança do clima, a partir da realidade nacional descrita nesta Comunicação por meio das ações e programas desenvolvidos no país.

Mesmo com as lições aprendidas com a Comunicação Inicial, o trabalho de elaboração de uma Comunicação Nacional é de grande complexidade em um país com as dimesões continentais do Brasil e requer um esforço considerável. Um desafio constante é aumentar o número de especialistas sobre o tema no Brasil. Apesar de ainda serem escassos os recursos humanos e financeiros para desenvolver estudos mais abrangentes, para a realização deste trabalho foi mobilizada uma ampla rede de parcerias. Um significativo número de instituições e autores e/ou colaboradores com reconhecida capacidade em cada área específica foram envolvidos na sua elaboração nos mais diversos setores (energético, industrial, florestal, agropecuário, de tratamento de resíduos, etc.), tanto governamentais como da iniciativa privada.

Seguindo as "Diretrizes de elaboração das comunicações nacionais das Partes não incluídas no Anexo I da Convenção" (Decisão 17/CP. 8), a Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção é composta de cinco partes. A primeira apresenta as circunstâncias nacionais e arranjos especiais do Brasil, a qual procura apresentar um panorama geral, levando-se em consideração a complexidade desse imenso país, bem como suas prioridades de desenvolvimento. A segunda parte compreende o Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, referente ao período de 1990 a 2005, resultado da consolidação de 18 relatórios setoriais de referência desenvolvidos por instituições de excelência no país bem como por especialistas de grande reconhecimento e informações adicionais obtidas junto a diversas entidades. A terceira parte apresenta as providências previstas ou já implementadas no país e é dividida em duas subpartes:

A) Programas contendo medidas referentes à mitigação à mudança do clima; e B) Programas Contendo Medidas para Facilitar Adequada Adaptação à Mudança do Clima, providências essas que, direta ou indiretamente, contribuem para a consecução dos objetivos da Convenção. A quarta parte descreve outras informações consideradas relevantes para o alcance do objetivo da Convenção, abrangendo transferência de tecnologia; pesquisa e observação sistemática; educação, treinamento e conscientização pública; formação de capacidade nacional e regional; e informação e formação de rede. Finalmente, a quinta parte relata as dificuldades financeiras, técnicas e de capacitação para a execução da Segunda Comunicação Nacional.

Circunstâncias Nacionais

A República Federativa do Brasil é dividida em 26 estados, 5.565 municípios, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009a), e o Distrito Federal, onde se situa a capital da República, Brasília, sede do governo e dos poderes executivo, legislativo e judiciário. O país possui um sistema presidencialista e é regido pela Constituição Federal de 1988.

Com uma área de 8.514.876,6 km^2, o Brasil é o país de maior extensão territorial da América do Sul. Possui uma população de 186 milhões, de acordo com os dados da contagem da população de 2008. O país teve um crescimento populacional médio anual de 1,15% no período de 2000 a 2008. Em 2008, a maior parte da população (84,4%) vivia em centros urbanos.

O Brasil abriga também em seu território uma fauna e flora extremamente ricas. Além de contar com mais de um terço das florestas tropicais do planeta - a floresta amazônica - há no país regiões fitoecológicas de grandes extensões, como o Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal. O país possui vegetação e recursos florísticos bastante variados, abrigando uma das floras mais ricas do mundo, com 41.123 espécies já conhecidas e catalogadas (FORZZA *et al*., 2010). A fauna brasileira é igualmente bastante rica em espécies, embora o conhecimento sobre a diversidade da mesma ainda seja incompleto. Estima-se que se conheça menos de 10% do total existente.

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação e de temperatura. De norte a sul, encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais, o que moldou a ocupação de seu território e justifica, em parte, diferenças sócio-econômicas.

No Brasil, os recursos hídricos disponíveis são abundantes. Dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, muitos de seus rios destacam-se por sua extensão, largura ou profundidade. Em decorrência da natureza do relevo, predominam os rios de planalto, cujas características lhes conferem um alto potencial para a geração de energia elétrica, embora essas mesmas características, contudo, prejudiquem a navegabilidade. Apesar de apenas 36% do potencial hidrelétrico nacional estimado ter sido aprovei-

parte-0.indd 10 10/23/10 1:36 AM

tado, 84% da eletricidade brasileira é gerada por usinas hidrelétricas em 2009.

O Brasil é um país em desenvolvimento caracterizado por uma economia complexa e dinâmica, sendo a oitava economia do mundo. É um país urbano-industrial, que tem como âncora no capitalismo mundial a exportação de alimentos. O Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking de exportação em vários produtos agrícolas: cana-de-açúcar, carne bovina, carne de frango, café, suco de laranja, tabaco e álcool. Também é vice-líder em soja e milho e está na quarta posição de maior exportador de carne suína. Entretanto, não é o maior exportador de alimentos do mundo, como usualmente se propaga. Figura também entre os maiores e mais eficientes produtores mundiais de vários produtos manufaturados, incluindo cimento, alumínio, produtos químicos, insumos petroquímicos e petróleo.

No que diz respeito à participação dos setores da economia no Produto Interno Bruto - PIB, em 2006, verificou-se o seguinte cenário: 65,8% nas atividades de serviços, 28,8% na indústria e 5,5% na agropecuária.

O PIB do Brasil, em 2008, foi de US$ 1.406,5 bilhões, com um PIB *per capita* de US$ 7.420,00. Entre 1990 e 2005, o crescimento econômico brasileiro superou o crescimento populacional, sendo que a população cresceu no período a uma taxa anual de 1,5%, enquanto o PIB, neste mesmo período, teve uma taxa anual de crescimento de 2,6%.

Deve-se reconhecer que uma parcela significativa de sua população (cerca de 30 milhões) encontra-se ainda em situação de pobreza, não tendo acesso a serviços de saúde, abastecimento de água e educação de qualidade, apesar dos esforços governamentais e da sociedade para reverter esse quadro. Há ainda grandes disparidades regionais. Assim, as prioridades nacionais referem-se ao atendimento de necessidades urgentes, nas áreas social e econômica, tais como a erradicação da pobreza, a melhoria das condições de saúde, o combate à fome, a garantia de condições dignas de moradia, entre outras. Esses elementos estão em total consonância com Convenção sobre Mudança do Clima, a qual reconhece que a mitigação do fenômeno de mudança global do clima e a adaptação aos seus efeitos são possíveis sem comprometer as ações voltadas ao crescimento sócio-econômico e à erradicação da pobreza, as quais se mantêm como prioridades primordiais e absolutas dos países em desenvolvimento.

Apesar da melhoria dos indicadores sociais e econômicos, sobretudo na última década, o país ainda tem um longo caminho a percorrer. Constata-se que o Brasil é um país com população crescente, aonde ainda não foram atingidas as necessidades básicas da maior parte da população, com infra-estrutura ainda incipiente e que necessita de melhorias substantivas. Tudo isso justifica o fato do Brasil ainda ser um país em desenvolvimento.

Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal

Estimativas de 1990 a 2005

O Brasil, como país Parte da Convenção sobre Mudança do Clima, assumiu, com base em seu Artigo 4º, parágrafo 1º, o compromisso de "elaborar, atualizar periodicamente, publicar e por à disposição da Conferência das Partes, em conformidade com o Artigo 12º, inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, empregando metodologias comparáveis a serem acordadas pelas Conferências das Partes."

Foram considerados, no presente inventário, o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6). Também foram estimadas as emissões dos chamados gases de efeito estufa indireto, como os óxidos de nitrogênio (NO_x), o monóxido de carbono (CO) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC). Os gases acima foram estimados segundo as fontes de emissão, chamadas setores: Energia, Processos Industriais, Uso de Solventes e Outros Produtos, Agropecuária, Mudança do Uso da Terra e Florestas, e Tratamento de Resíduos.

Como diretriz técnica básica, a elaboração do Inventário foi norteada pelas diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC (sigla em inglês de *Intergovernmental Panel on Climate Change*), por meio dos documentos "*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*", publicado em 1997; "*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*", publicado em 2000; e "*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*", publicado em 2003. Algumas das estimativas já levam em conta informações publicadas no documento "*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*", publicado em 2006.

A elaboração do Inventário envolveu importante parcela da comunidade científica e empresarial brasileira, além de diversos setores governamentais. Os resultados desse esforço encontram-se na Tabela I, que resume as estimativas das emissões de gases de efeito estufa, para quatro anos – 1990, 1994, 2000 e 2005, contemplando, portanto, o ano de 2000, conforme determina a Decisão 17/CP.8 para a Segunda Comunicação Nacional. Em relação aos anos de 1990 a 1994, o presente Inventário atualiza as informações apresentadas no Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal (BRASIL, 2004) - Inventário Inicial.

parte-0.indd 11 10/23/10 1:36 AM

Tabela I Estimativas das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 1990, 1994, 2000 e 2005

Setor	Ano	Unidade	CO_2	CH_4	N_2O	HFC-23	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	CF_4	C_2F_6	SF_6	NO_x	CO	NMVOC
Energia	1990	Gg	179.948	427	8,5									1.781	14.919	1.022
	1994		206.250	382	9,0									1.996	14.438	974
	2000		289.958	388	9,6									2.334	11.415	860
	2005		313.695	541	12,1									2.388	11.282	958
	Var. 90 / 00	%	61	-9	14									31	-23	-16
	Var. 90 / 05		74	27	43									34	-24	-6
Processos Industriais	1990	Gg	45.265	5,1	10,7	0,120	-	0,0004	-	-	0,302	0,026	0,010	8	365	322
	1994		48.703	6,5	16,3	0,157	-	0,0685	-	-	0,323	0,028	0,014	11	510	382
	2000		63.220	8,9	19,9	-	0,0071	0,4713	0,0075	0,0001	0,147	0,012	0,015	14	542	474
	2005		65.474	9,2	22,8	-	0,1249	2,2819	0,0929	0,1748	0,124	0,010	0,025	18	626	599
	Var. 90 / 00	%	40	73	87	-100	NA	108.876	NA	NA	-52	-56	54	69	48	47
	Var. 90 / 05		45	79	114	-100	NA	527.498	NA	NA	-59	-61	153	128	71	86
Uso de Solventes e Outros Produtos	1990	Gg														350
	1994															435
	2000															473
	2005															595
	Var. 90 / 00	%														35
	Var. 90 / 05															70
Agropecuária	1990	Gg		9.539	334									219	2.543	NE
	1994			10.237	369									233	2.741	NE
	2000			10.772	393									181	2.131	NE
	2005			12.768	476									237	2.791	NE
	Var. 90 / 00	%		12,9	17,6									-17		
	Var. 90 / 05			33,9	42,7									8		
Mudança do Uso da Terra e Florestas	1990	Gg	766.493	1.996	13,7									496	17.468	NE
	1994		830.910	2.238	15,4									556	19.584	NE
	2000		1.258.345	3.026	20,8									752	26.476	NE
	2005		1.258.626	3.045	20,9									757	26.641	NE
	Var. 90 / 00	%	64	52	52									52	52	
	Var. 90 / 05		64	53	53									53	53	
Tratamento de Resíduos	1990	Gg	24	1.227	9,0											
	1994		63	1.369	10,8											
	2000		92	1.658	12,4											
	2005		110	1.743	14,0											
	Var. 90 / 00	%	276	35	37											
	Var. 90 / 05		349	42	54											
TOTAL	1990	Gg	991.731	13.195	376	0,120	-	0,000	-	-	0,302	0,026	0,010	2.504	35.296	1.693
	1994		1.085.925	14.233	421	0,157	-	0,068	-	-	0,323	0,028	0,014	2.797	37.273	1.791
	2000		1.611.615	15.852	455	-	0,007	0,471	0,007	0,0001	0,147	0,012	0,015	3.280	40.563	1.807
	2005		1.637.905	18.107	546	-	0,125	2,282	0,093	0,175	0,124	0,010	0,025	3.399	41.339	2.152
	Var. 90 / 00	%	63	20	21	-100	NA	108.876	NA	NA	-52	-56	54	31	15	7
	Var. 90 / 05		65	37	45	-100	NA	527.498	NA	NA	-59	-61	153	36	17	27
Emissões de gases de efeito estufa apenas para fins de informação, não incluídas no inventário:																
Bunker Fuels	1990	Gg	5.231	0,01	0,15									23	NE	NE
	1994		4.339	0,01	0,12									19	NE	NE
	2000		14.627	0,60	0,23									201	118	24
	2005		15.759	0,66	0,24									221	132	26
	Var. 90 / 00	%	NA	NA	NA									NA	NA	NA
	Var. 90 / 05		NA	NA	NA									NA	NA	NA
Combustíveis de Biomassa	1990	Gg	187.962													
	1994		190.896													
	2000		180.471													
	2005		243.606													
	Var. 90 / 00	%	-4													
	Var. 90 / 05		30													

parte-0.indd 12 10/23/10 1:36 AM

Emissões dos Principais Gases de Efeito Estufa

O Brasil apresenta um perfil diferente dos países desenvolvidos, em que as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis se sobressaem. Nos setores mais importantes para o Brasil, como a agricultura e a mudança do uso da terra e florestas, não existem metodologias facilmente aplicáveis às características nacionais, dado que os fatores de emissão sugeridos pelo IPCC refletem, em grande parte, as condições dos países desenvolvidos e de clima temperado, não se adequando, necessariamente, à realidade brasileira. Desta forma, foi realizado um grande esforço de obtenção de informação correspondente às condições nacionais possibilitando a aplicação das metodologias mais detalhadas do IPCC e a obtenção de estimativas mais acuradas e precisas.

Ano 2000

A análise dos resultados é apresentada de duas formas: a primeira refere-se ao ano de 2000, conforme a diretriz da Convenção sobre Mudança do Clima para a Segunda Comunicação Nacional; a segunda forma refere-se ao ano de 2005, onde se contemplam os dados mais atuais disponíveis para todos os setores.

Em 2000, as emissões de CO_2 foram estimadas em 1.612 Tg, destacando-se o Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, com 78% das emissões, seguido pelo Setor de Energia, com 18% de participação no total de emissões.

Nesse mesmo ano, as emissões de CH_4 foram estimadas em 15,9 Tg, sendo o Setor de Agropecuária responsável por 68% das emissões totais, seguido pelo Setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas, com 19% e pelas emissões do Setor de Tratamento de Resíduos, com 10%. Os dois subsetores mais importantes foram a fermentação entérica da pecuária, com 61%, e conversão de florestas para outros usos no bioma Amazônia, com 13%.

As emissões de N_2O foram estimadas em 455 Gg, basicamente por causa do Setor de Agropecuária, responsável por 86% das emissões totais. Dentro desse setor, as emissões provenientes de solos agrícolas participaram com 83%, incluindo, entre outras, as emissões de dejetos de animais em pastagem, que sozinhas representam 40% do total.

A seguir as estimativas são comentadas por setor e subsetor.

Setor de Energia

São estimadas neste setor as emissões antrópicas devido à produção, à transformação, ao transporte e ao consumo de energia. São incluídas tanto as emissões resultantes da queima de combustíveis quanto as emissões devido a fugas na cadeia de produção, transformação e consumo.

As emissões mais relevantes são as referentes ao CO_2, com 290 Tg, principalmente pelo subsetor de transporte rodoviário (38%) e pelo subsetor industrial (25%). As emissões de CH_4 totalizaram 388 Gg, emitidas principalmente pelo subsetor energético (32%), que engloba as carvoarias, e pelo subsetor de emissões fugitivas de petróleo e gás (20%). As emissões de N_2O, estimadas em 9,6 Gg, foram devido, principalmente, aos subsetores de transporte rodoviário (23%) e indústria de alimentos e bebidas (19%).

Setor de Processos Industriais

São estimadas neste setor as emissões antrópicas resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são provenientes da queima de combustíveis.

Também aqui as emissões mais relevantes são as de CO_2, com 63 Tg, basicamente devido à produção de ferro-gusa e aço (56%), cimento (25%) e de cal (8%). As emissões de N_2O, estimadas em 20 Gg, por sua vez, devem-se principalmente à produção de ácido adípico (88%). As emissões de CH_4, estimadas em 8,9 Gg, foram devido à indústria química.

Setor de Uso de Solventes e Outros Produtos

Para este setor não foram estimadas emissões de gases de efeito estufa direto.

Setor de Agropecuária

Neste setor as emissões de CH_4 alcançaram 10,8 Tg, devido ao processo de fermentação entérica dos rebanhos de ruminantes (89%), que inclui o grande rebanho de gado bovino, o segundo maior do mundo. As emissões de N_2O somaram 393 Gg e deve-se a várias fontes, dentre as quais se destacam os dejetos de animais em pastagem (46%) e emissões indiretas dos solos (32%).

A prática da queima da cana-de-açúcar foi a responsável pelas emissões dos gases de efeito estufa indireto neste setor, já que a queima de restos da cultura de algodão foi praticamente suspensa em 1995.

parte-0.indd 13 10/23/10 1:36 AM

Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas

Devido à grande extensão territorial do Brasil, a estimativa dos valores envolvidos neste setor foi um dos pontos mais complexos do Inventário, envolvendo trabalhos extensos de levantamento e tratamento de dados de sensoriamento remoto, estatísticos e derivados de inventário florestal.

Todo o território nacional foi subdividido em unidades espaciais na forma de polígonos que resultaram da integração de diversas fontes de dados: bioma, limites municipais, fisionomia vegetal, tipo de solo, uso da terra em 1994 e uso da terra em 2002. Foram analisadas as 75 transições possíveis e suas respectivas mudanças de estoque de carbono, tendo sido observadas alterações em 14,2% da superfície do país entre 1994 e 2002. Com base nos resultados de emissões e remoções antrópicas para o período de 1994 a 2002, foram atualizados os fatores de emissão do Inventário Inicial para o período de 1990 a 1994, bem como feita uma primeira estimativa para os anos de 2003 a 2005, baseada nos dados de atividades do Prodes e PPCerrado.

De acordo com as diretrizes mais recentes do IPCC, e para permitir comparações entre os diversos países, apenas foram consideradas as emissões e remoções das áreas manejadas, isto é, as áreas submetidas ao processo de planejamento e implementação de práticas para manejo e uso da terra, com vista a cumprir relevantes funções ecológicas, econômicas e sociais. No Brasil essas áreas manejadas incluem todas as áreas de floresta e de vegetação nativa não-florestal (Campo) contidas em Terras Indígenas e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (Lei 9985/2000). As Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN não foram consideradas por falta de informação adequada. Essa opção é diferente da utilizada no Inventário Inicial do Brasil, onde áreas sob florestas naturais (primárias) não foram consideradas para estimar as remoções médias de CO_2.

As emissões líquidas deste setor somaram 1.258 Tg CO_2, sendo responsáveis principalmente os biomas Amazônia (65%) e Cerrado (24%). Incluídas no total deste setor estão as emissões relativas à prática de aplicação de calcário aos solos, responsável por 8,7 Tg CO_2. As emissões de CH_4 foram estimadas em 3,0 Tg, e as emissões de N_2O, em 21 Gg, resultado, em ambos os casos, da queima de biomassa deixada no campo após a conversão de florestas, sendo 68% no bioma Amazônia e 22% no bioma Cerrado.

Setor de Tratamento de Resíduos

A disposição de lixo em aterros ou lixões gera CH_4. O potencial de emissão desse gás aumenta quanto maiores forem as condições de controle dos aterros e a profundidade dos lixões. A incineração de resíduos, como toda combustão, provoca emissões de CO_2 e N_2O, dependendo da composição do lixo. No entanto, essa prática é pouco expressiva no país.

O tratamento de efluentes com alto grau de conteúdo orgânico, como os provenientes das residências e do setor comercial e os efluentes da indústria de alimentos e bebidas e os da indústria de papel e celulose, têm grande potencial de emissões de CH_4.

As emissões de CH_4 deste setor foram estimadas em 1,7 Tg. Grande parte delas é gerada pela disposição do lixo (64%). As emissões de CO_2 deste setor foram estimadas em 92 Gg, devido a incineração de resíduos de origem não renovável.

No caso dos esgotos domésticos, em função do conteúdo de nitrogênio na alimentação humana, também ocorrem emissões de N_2O, estimadas em 12 Gg.

parte-0.indd 14 10/23/10 1:36 AM

Ano 2005

A análise do ano de 2005, feita a seguir, leva em consideração as explicações apresentadas na análise feita anteriormente para o ano 2000, com exceção dos valores.

Em 2005, as emissões de CO_2 foram estimadas em 1.638 Tg, destacando-se o Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, com 79% das emissões, seguido pelo Setor de Energia, com 20% de participação no total de emissões.

Nesse mesmo ano, as emissões de CH_4 foram estimadas em 18,1 Tg, sendo o Setor de Agropecuária responsável por 70% das emissões totais, seguido pelo Setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas, com 17%, e pelas emissões do Setor de Tratamento de Resíduos, com 10%. Os dois subsetores mais importantes foram a fermentação entérica da pecuária, com 63%, e conversão de florestas para outros usos no bioma Amazônia, com 12%.

As emissões de N_2O foram estimadas em 546 Gg, basicamente por causa do Setor de Agropecuária, responsável por 87% das emissões totais. Dentro desse setor, as emissões provenientes de solos agrícolas participaram com 96%, incluindo, entre outras, as emissões de animais em pastagem, que, sozinhas, representam 46% do setor.

A seguir as estimativas são comentadas por setor e subsetor.

Setor de Energia

As emissões mais relevantes são as referentes ao CO_2, com 314 Tg, principalmente pelo subsetor de transporte rodoviário (39%) e pelo subsetor industrial (27%). As emissões de CH_4 totalizaram 541 Gg, emitidas principalmente pelo subsetor de emissões fugitivas de petróleo e gás (27%) e também pelo subsetor energético (31%), que engloba as carvoarias. As emissões de N_2O, estimadas em 12,1 Gg, foram devido, principalmente, aos subsetores de transporte rodoviário (23%) e de indústria de alimentos e bebidas (23%).

Setor de Processos Industriais

Também aqui as emissões mais relevantes são as de CO_2, com 65 Tg, basicamente devido à produção de cimento (53%) e de cal (20%). As emissões de N_2O, com 23 Gg, por sua vez, devem-se principalmente à produção de ácido adípico (89%). As emissões de CH_4, estimadas em 9,2 Gg, foram devido à indústria química.

Setor de uso de solventes e outros produtos

Para este setor não foram estimadas emissões de gases de efeito estufa direto .

Setor de Agropecuária

Neste setor as emissões de CH_4 alcançaram 12,8 Tg, devido à fermentação entérica dos rebanhos de ruminantes (90%), que inclui o grande rebanho de gado bovino, o segundo maior do mundo. As emissões de N_2O somaram 476 Gg e foram devido a várias fontes, dentre as quais se destaca os dejetos de animais em pastagem (46%) e emissões indiretas dos solos (32%).

Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas

As emissões líquidas deste setor somaram 1.259 Tg CO_2, sendo responsáveis principalmente os biomas Amazônia (67%) e Cerrado (22%). Incluídas no total deste setor estão as emissões relativas à prática de aplicação de calcário aos solos, responsável por 7,5 Tg CO_2. As emissões de CH_4 foram estimadas em 3,0 Tg, e as emissões de N_2O, em 21 Gg, resultado, em ambos os casos, da queima de biomassa deixada no campo após a conversão de florestas, sendo 70% no bioma Amazônia e 20% no bioma Cerrado.

Setor de tratamento de resíduos

As emissões de CH_4 deste setor foram estimadas em 1,7 Tg. Grande parte desse valor é gerada pela disposição do lixo (63%). As emissões de CO_2 deste setor foram estimadas em 110 Gg, devido a incineração de resíduos de origem não renovável.

No caso dos esgotos domésticos, em função do conteúdo de nitrogênio na alimentação humana, também ocorrem emissões de N_2O, estimadas em 14 Gg.

parte-0.indd 15 10/23/10 1:36 AM

Box 2 - Apenas para informação

Emissões de gases de efeito estufa em CO_2e

Neste Inventário, optou-se por continuar relatando as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal apenas em unidades de massa de cada gás de efeito estufa. Contudo, optou-se por apresentar em um Box, apenas para fins de informação, os resultados do Inventário utilizando diferentes métricas de conversão das emissões dos diferentes gases de efeito estufa em emissões equivalentes de CO_2. Assim, nesse Box são apresentadas as emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa utilizando a métrica GWP, como sugerido pelas diretrizes, mas também são relatadas emissões com base em outra métrica, o Potencial de Temperatura Global - GTP que o Brasil considera mais apropriado para indicar a importância relativa dos diferentes gases de efeito estufa em termos de contribuição para o aquecimento global. O GTP compara as emissões dos gases de efeito estufa por meio de suas contribuições para a mudança na temperatura média na superfície terrestre em um dado horizonte de tempo futuro e reflete melhor a real contribuição dos diferentes gases de efeito estufa para a mudança do clima e o seu uso propiciaria políticas de mitigação mais apropriadas.

O GWP não representa de forma adequada a contribuição relativa dos diferentes gases de efeito estufa à mudança do clima. O uso do GWP enfatiza sobremaneira, e de modo errôneo, a importância dos gases de efeito estufa com curtos períodos de permanência na atmosfera, como o metano, conduzindo a estratégias equivocadas e inadequadas de mitigação no curto e longo prazos e a sua utilização vem erroneamente direcionando as prioridades de mitigação. Tem havido uma supervalorização da redução das emissões de metano e de alguns gases industriais de curto tempo de permanência na atmosfera, retirando o foco da necessidade de redução das emissões de CO_2 de origem fóssil e de controle de alguns gases industriais de longo tempo de permanência na atmosfera.

Na Figura I, bem como na Tabela I, são sintetizadas as emissões de gases de efeito estufa em equivalentes de CO_2 convertidas por meio das métricas GTP e GWP.

Figura I - Diferenças entre duas métricas possíveis para cálculo da equivalência em CO_2e para as emissões brasileiras de gases de efeito estufa em 2005

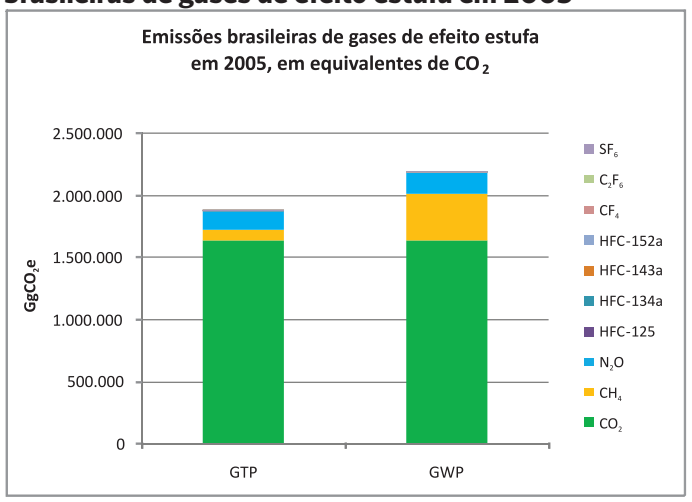


Tabela I - Emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa em CO_2e convertidas por meio das métricas GTP e GWP – em 2005 e por gás

Gás	GTP		GWP	
	2005	Participação 2005	2005	Participação 2005
	Gg	%	Gg	%
CO_2	1.637.905	87,2	1.637.905	74,7
CH_4	90.534	4,8	380.241	17,3
N_2O	147.419	7,8	169.259	7,7
HFC-125	139	0,0	350	0,0
HFC-134a	126	0,0	2.966	0,1
HFC-143a	398	0,0	353	0,0
HFC-152a	0,0175	0,0	24	0,0
CF_4	1.245	0,1	805	0,0
C_2F_6	233	0,0	95	0,0
SF_6	1.031	0,1	602	0,0
Total	**1.879.029**	**100**	**2.192.601**	**100**

parte-0.indd 16 10/23/10 1:36 AM

Descrição Geral das Providências Tomadas ou Previstas para a Implementação da Convenção no Brasil

Cada Parte não-Anexo I deve, de acordo com o Artigo 12, parágrafo 1º, alínea (b), comunicar à Conferência das Partes uma descrição geral das providências tomadas ou previstas pela Parte para implementar a Convenção, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, seus objetivos e suas circunstâncias específicas, nacionais e regionais.

A Decisão 17/CP.8 dividiu esta parte em duas grandes sub-seções. As Partes não-Anexo I podem fornecer informações sobre programas que contenham medidas para mitigar a mudança do clima, seja reduzindo as emissões antrópicas por fontes, seja aumentando as remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, e medidas para facilitar a adaptação adequada à mudança do clima, incluindo informações sobre preocupações específicas decorrentes dos efeitos adversos.

Programas Contendo Medidas Referentes à Mitigação da Mudança do Clima

De acordo com o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas, apenas os países do Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima assumiram compromissos quantificados de redução ou limitação de suas emissões antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. No âmbito da Convenção, os países não pertencentes a esse grupo (Partes não incluídas no Anexo I), incluindo o Brasil, não têm compromissos quantificados de redução ou limitação dessas emissões. Afinal, a Convenção traz o reconhecimento de que a contribuição relativa desses países nas emissões globais desses gases deverá crescer, de forma a atender suas necessidades sociais e de desenvolvimento.

Contudo, apesar de ser um país em desenvolvimento, existe no Brasil uma série de programas que promovem uma redução considerável dessas emissões. Alguns deles são responsáveis pelo Brasil ter uma matriz energética relativamente "limpa", no sentido específico de menores emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida. Diversas outras iniciativas em estágio de implementação também contribuirão para a inflexão da taxa de crescimento da curva de emissões de gases de efeito estufa no país.

Programas e Ações Relacionados com o Desenvolvimento Sustentável

Alguns dos programas e ações relacionados ao desenvolvimento sustentável estão relacionados ao uso de energias renováveis e à conservação e/ou eficiência energética. Esses programas contribuem para que o Brasil tenha uma matriz energética "limpa", com pequenas emissões de gases de efeito estufa no setor energético, para a estabilização das concentrações desses gases na atmosfera e para o desenvolvimento sustentável em longo prazo.

Dentre os programas relacionados com o desenvolvimento sustentável, destaca-se o uso de etanol como combustível automotivo. Inicialmente foi desenvolvido o Programa Nacional do Álcool - Proálcool para evitar o aumento da dependência externa do petróleo e evasão de divisas quando dos choques de preço do petróleo. Embora o programa tenha tido grande sucesso nas décadas de 1970 e 1980, a crise de abastecimento de etanol no fim dos anos 1980, juntamente com a redução de estímulos a sua produção e uso, provocaram, nos anos seguintes, um significativo decréscimo da demanda e, consequentemente, das vendas de automóveis movidos por esse combustível. Nos últimos anos, a tecnologia dos motores *flex-fuel* veio dar novo fôlego ao consumo interno de etanol. O veículo que pode ser movido à gasolina, etanol ou qualquer mistura dos dois combustíveis foi introduzido no país em março de 2003 e conquistou rapidamente o consumidor, sendo que ultrapassaram em vendas os movidos à gasolina na corrida do mercado interno. O importante a ser ressaltado é que, desde 1975, a redução de emissões diretas provenientes do uso do etanol no Brasil foi de aproximadamente 600 milhões de toneladas de CO_2.

No início da década de 2000, o Governo Federal passou a perceber como estratégica a incorporação do biodiesel à matriz energética brasileira, na medida em que este combustível se apresentava como uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo e como elemento propulsor de um novo mercado para as oleaginosas. Além disso, pretendeu-se inseri-lo na oferta interna de combustíveis de maneira sustentável (social, ambiental e economicamente), de forma a tornar a produção deste insumo um vetor de desenvolvimento, com geração de emprego e renda, sobretudo nas regiões mais carentes do Brasil. Graças ao Probiodiesel, programa apoiado pelo governo, o Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2009, de 1,6 bilhões de litros e uma capacidade instalada, em janeiro de 2010, de produção de 4,7 bilhões de litros (ANP, 2010a), aumentando, portanto, a participação das energias renováveis no país.

parte-0.indd 17 10/23/10 1:36 AM

Outros programas importantes visam à redução de perdas e eliminação de desperdícios na produção e no uso de energia, além da adoção de tecnologias de maior eficiência energética, e contribuem para adiar investimentos em novas centrais elétricas ou refinarias de petróleo. Dentre esses programas, destacam-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel, programa de governo que, desde 1985, desenvolve uma série de atividades de combate ao desperdício de energia elétrica. Ademais, há o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural - Conpet, criado em 1991 com a finalidade de desenvolver e integrar as ações que visam à racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural.

No caso do Brasil, sempre é importante lembrar a contribuição da geração hidrelétrica para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Em 2009, o mercado brasileiro de energia elétrica exigiu a produção de 466,2 TWh em centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras. Dessa produção, 391 TWh, ou 84%, foram de origem hidráulica. Em função desses valores, o setor elétrico brasileiro assume características especiais, não só como um dos maiores produtores mundiais de energia hidrelétrica, mas também pela excepcional participação da hidroeletricidade no atendimento de seus requisitos de energia elétrica. Se a eletricidade gerada pelas fontes não emissoras de CO_2 fosse produzida pela matriz de fontes fósseis, as emissões do setor de eletricidade seriam muito mais elevadas.

Espera-se que haja um crescimento significativo da participação das novas fontes de energia renovável na matriz energética brasileira nos próximos anos. As novas fontes de energia renovável incluem o "uso moderno da biomassa", as pequenas centrais hidrelétricas - PCHs, a energia eólica, a energia solar (incluindo fotovoltaica), a energia maremotriz e a energia geotérmica. O "uso moderno da biomassa" exclui os usos tradicionais da biomassa, como lenha, e inclui o uso de resíduos agrícolas e florestais, bem como de resíduos sólidos (lixo), para a geração de eletricidade, produção de calor e combustíveis líquidos para transporte. Há grande expectativa, sobretudo, em relação à cogeração e aproveitamento de resíduos agrícolas. Estima-se, por exemplo, que os resíduos agrícolas, excetuados os da cana-de-açúcar, representam uma disponibilidade energética da ordem de 37,5 milhões de tep anuais, equivalentes a 747 mil barris diários de petróleo, praticamente não aproveitada.

O Brasil é um dos poucos países que mantêm o uso do carvão vegetal de origem plantada no processo de produção no setor metalúrgico, principalmente no setor siderúrgico, concentrando-se na indústria de ferro-gusa e aço. É importante ressaltar tanto o ganho ambiental resultante da mitigação das emissões de gases de efeito estufa por meio de reduções de emissões e remoções líquidas (o período entre 2001 e 2006 registrou redução de emissões de aproximadamente 100 mil toneladas de CO_2e) como o fator de alívio indireto à pressão sobre as florestas nativas.

Programas e Ações que Contêm Medidas para Mitigar a Mudança do Clima e seus Efeitos Adversos

A demanda brasileira por eletricidade tem crescido muito mais rapidamente que a produção de energia primária e a economia do país, tendência que deve persistir nos próximos anos, exigindo novas estratégias de planejamento energético. Embora as emissões tendam a crescer, em vista da prioridade do país em seu desenvolvimento, estão em curso vários programas no Brasil que buscam substituir fontes de energia de origem fóssil, com alto conteúdo de carbono por unidade de energia gerada, por outras de menor conteúdo, ou gerando emissões de gases de efeito estufa com menor potencial de aquecimento global. Esses programas e ações contribuem para mitigar a Mudança do Clima e alcançar o objetivo final da Convenção.

Esse é o caso do gás natural, que por ter melhor eficiência de conversão que outros combustíveis fósseis, emite menos gases de efeito estufa por unidade de energia gerada. Comparada à queima de óleo combustível, a opção pelo gás natural possibilita a redução de 27% na emissão total de gás CO_2 nas usinas projetadas com tecnologia de geração baseada no ciclo a vapor convencional, de 31% nas turbinas a gás e de 28% para a geração termelétrica oriunda de ciclo combinado.

Com relação à energia nuclear, de 1984 (ano em que a primeira usina nuclear em operação no país começou a gerar eletricidade) a 2009 foram gerados 152 TWh, energia equivalente a 32,7 milhões de tep, em se considerando eficiência térmica de 40%. Considerando a hipótese de que essa energia tivesse sido gerada por meio de carvão mineral, o uso de energia nuclear no Brasil teria evitado a emissão de 127 milhões de toneladas de CO_2, montante correspondente a 37% das emissões totais de 2009, pelo uso de energia.

Integração das Questões Sobre Mudança do Clima no Planejamento de Médio e Longo Prazo

A conscientização sobre as questões ambientais no médio e longo prazos são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável. O governo brasileiro, ciente desse princípio,

parte-0.indd 18 10/23/10 1:36 AM

buscou no processo de elaboração da Agenda 21 nacional estabelecer estratégias para assegurar o desenvolvimento sustentável no país, recomendando ações, parcerias, metodologias e mecanismos institucionais para a sua implementação e monitoramento.

Recentemente, várias ações de Estado têm sido tomadas, o que demonstra a importância do combate à mudança do clima no Brasil. Primeiramente, em 2008, houve a aprovação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, com o objetivo de identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que possam ser empreendidas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no país, bem como aquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima.

Em 29 de dezembro de 2009, foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima, estabelecendo seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos. A Política Nacional visa, entre outros pontos, à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático; à redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes; ao fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional; e à implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas três esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos.

Conforme anunciado pelo Presidente da República durante o Segmento de Alto Nível da 15ª Conferência das Partes da Convenção - COP 15 e da 5ª Conferência das Partes servindo como Reunião das Partes no Protocolo de Quioto - CMP 5, realizadas em Copenhague, o texto da lei que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima dispõe que para se alcançar seus objetivos, o país adotará, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas em reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020. Já foram iniciadas as medidas para a implementação da Política, buscando-se estabelecer planos setoriais para alcançar o objetivo expresso na mesma em relação às ações de mitigação. Trata-se de um dos compromissos nacionais voluntários de ações de mitigação dos mais ambiciosos do mundo.

Também está sendo fortalecida a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I em relação à mudança do clima. Exemplos disso são o fato do Plano de Ação 2007-2010, intitulado Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, ter inserido o Programa Nacional de Mudanças do Clima; e o de haver um programa denominado Meteorologia e Mudanças Climáticas no âmbito do Plano Plurianual do Governo Federal 2008-2011, com o objetivo de entender os mecanismos que determinam a mudança global do clima e melhorar a capacidade de previsão meteorológica, climática, hidrológica e ambiental.

Muitos programas desenvolvidos no país não têm como objetivo direto reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas terão efeitos sobre as emissões provenientes de diferentes fontes. Um dos fatos mais importantes é a constatação de que não apenas o nível federal está envolvido, mas também estados e municípios.

No nível federal, o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - Pronar, busca controlar a qualidade do ar, estabelecendo limites nacionais para as emissões. Há ainda o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve, que tem o mesmo objetivo, mas trata especificamente da poluição do ar por veículos automotores. Este é certamente um dos mais bem sucedidos programas ambientais já implementados no país.

O Artigo 4.1 (d) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima indica que as Partes devem "promover a gestão sustentável, bem como promover e cooperar na conservação e fortalecimento, conforme o caso, de sumidouros e reservatórios de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, incluindo a biomassa, as florestas e os oceanos, como também outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos".

Muito se avançou nos últimos anos em relação ao combate ao desmatamento, sobretudo na Amazônia. Medidas administrativas, econômicas e legais foram adotadas, dentro de uma estratégia de ação política (entre seus instrumentos, merece destaque Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAM). Com a série de medidas adotadas, a área de desmatamento foi reduzida significativamente em 73% de 27.772 km^2 em 2004 para 7.464 km^2 em 2009.

Boa parte do sucesso da implementação dessas medidas, deve-se ao fato de o Brasil ter um dos sistemas de monitoramento de áreas florestais mais modernos do mundo, como é o caso do sistema de monitoramento da Amazônia por sensoriamento remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o qual conta com quatro sistemas operacionais e complementares: Prodes, Queimadas, Deter e Degrad.

O Brasil também foi pioneiro na utilização de dados de satélites meteorológicos para monitorar as queimadas no país, culminando na criação do Programa de Prevenção e Contro-

parte-0.indd 19 10/23/10 1:36 AM

le às Queimadas e aos Incêndios Florestais - Proarco, implementado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis - Ibama em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, visando a prevenir e controlar as queimadas no país, evitando, desta forma, a ocorrência de incêndios florestais.

Além disso, há um grande número de Unidades de Conservação Federais no país, para proteger e conservar espécies da flora e fauna existentes. Essas Unidades compreendem uma área total de 44.835.960,84 ha (448,35 mil km^2). Somando-se todas as Unidades de Conservação do Brasil, Federais e Estaduais, de proteção integral e de uso sustentável, e as terras indígenas, chega-se a um total de 238.627.268 ha, perfazendo um total de 27,98% do território do país. Esse número não considera as Unidades de Conservação municipais, Áreas de Preservação Permanente, Reservas Particulares do Patrimônio Natural e áreas militares, além de uma grande área de vegetação nativa (principalmente na Amazônia) que não está incluída como unidade de conservação.

Medidas de caráter financeiro e tributário (Protocolo Verde, responsabilidade ambiental dos bancos, restrições de crédito rural ao infrator ambiental, ICMS ecológico, entre outros) também têm se mostrado de grande importância para a promoção do desenvolvimento sustentável.

O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e o Fundo Amazônia representam exemplos recentes de tentativas de busca de recursos financeiros de forma inovadora para enfrentar os desafios relacionados à mudança do clima.

As Atividades de Projeto no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL no Brasil

No Brasil, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, um instrumento do Protocolo de Quioto, tem alcançado um inquestionável sucesso e tem contribuído, indubitavelmente, para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa no país. Em agosto de 2010, cerca de 460 atividades de projeto brasileiras no âmbito do Mecanismo, em fase de validação ou fase posterior no ciclo MDL, apresentam potencial de reduzir anualmente o equivalente a cerca de 8% das emissões não florestais brasileiras (a preservação florestal não é elegível no âmbito do MDL), que representavam cerca de 59% das emissões do Brasil em 1994.

Com o intuito de citar dois exemplos que demonstram o resultado significativo do MDL em termos de reduções setoriais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, apenas cinco atividades de projeto no âmbito da produção de ácido adípico e ácido nítrico reduziram praticamente a zero todas as emissões de óxido nitroso (N_2O) no setor industrial brasileiro e 25 atividades de projeto de redução de metano (CH_4) em aterros sanitários, registrados no Conselho Executivo do MDL, representam uma redução da ordem de 47% das emissões desse gás em aterros sanitários em 1994.

Ainda considerando reduções setoriais relevantes de emissão de gases de efeito estufa no contexto do MDL, destaca-se o primeiro Programa de Atividades - PoA na área de captura e combustão de CH_4 em granjas de suinocultura no Brasil. Este possui atualmente 961 componentes de atividades de projeto de pequena escala, registradas no âmbito da ONU por meio da entidade coordenadora do Programa. A participação dessas mais de 900 pequenas granjas demonstra a relevância do MDL para viabilizar iniciativas que não ocorreriam na ausência do Protocolo de Quioto.

O Brasil ocupa a terceira posição em número de atividades de projeto do MDL, o que equivale a cerca de 7% do total mundial. O potencial de redução de emissões é de 393 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente, no que se refere ao primeiro período de obtenção de créditos. Esse período pode variar entre 7 e 10 anos. Em base anual, o potencial de redução é da ordem de 50 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Ao se considerar um valor de US$ 15/tCO_2e, o montante de recursos externos a ingressarem no país durante o primeiro período de créditos gira em torno de US$ 5,8 bilhões ou US$ 750 milhões por ano. Se as Reduções Certificadas de Emissão (conhecidas como "créditos de carbono") obtidas pelas atividades de projetos de MDL fossem consideradas na pauta de exportações, em 2009, estariam na 16ª colocação dessa pauta.

Programas Contendo Medidas para Facilitar a Adequada Adaptação à Mudança do Clima

Um dos principais objetivos do projeto da Segunda Comunicação Nacional foi a "elaboração de abordagem metodológica relativa à avaliação da vulnerabilidade e a medidas de adaptação", o qual continha dois resultados: a elaboração de modelagem regional do clima e de cenários da mudança do clima; e a realização de pesquisas e estudos sobre vulnerabilidade e adaptação relativos a setores estratégicos que são vulneráveis aos efeitos associados à mudança do clima no Brasil.

O primeiro resultado está relacionado à necessidade de métodos de *downscaling* (redução de escala, ou seja, aumento da resolução) para o Brasil, aplicáveis a estudos de impactos da mudança global do clima que requerem projeções climáticas

parte-0.indd 20 10/23/10 1:36 AM

mais detalhadas, isto é, com uma melhor resolução espacial do que a proporcionada por um modelo climático global.

Assim, o Modelo Climático Regional - MCR chamado de Eta-CPTEC foi validado e usado para produzir cenários regionalizados de mudança futura do clima para a Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção. O modelo regional Eta-CPTEC contou com novas condições laterais do modelo global acoplado oceano-atmosfera HadCM3 cedidos gentilmente pelo *Hadley Centre*, do Reino Unido. O trabalho relacionado a métodos de *downscaling* para o Brasil foi aplicado aos cenários de mudança do clima provenientes do modelo global HadCM3 para obter projeções climáticas (2010-2040, 2040-2070, 2070-2100) mais detalhadas com uma melhor resolução espacial, segundo o cenário A1B. De acordo com as rodadas realizadas, as projeções anuais para o período de 2010 a 2100 de temperatura e chuva derivadas do modelo Eta-CPTEC para América do Sul mostram aumentos da precipitação na região sul do Brasil, e reduções de chuva na região Nordeste e na Amazônia, enquanto que as temperatura aumentam em todo Brasil, sendo maiores na região continental (MARENGO *et al.*, 2010).

O segundo resultado visa ao desenvolvimento de uma análise preliminar dos impactos associados à mudança do clima nas principais áreas de acordo com as circunstâncias nacionais do Brasil, principalmente naquelas áreas onde a vulnerabilidade é influenciada por fatores físicos, sociais e econômicos. A meta inicial era analisar as áreas consideradas como sendo estrategicamente relevantes, onde os impactos associados à mudança do clima podem ser importantes para o Brasil, e que poderiam ser estudadas de forma independente enquanto os cenários futuros de clima no Brasil ainda não tivessem sido concluídos. No entanto, o desenvolvimento adicional de alguns estudos deste resultado dependeria de resultados futuros obtidos no desenvolvimento de modelos climáticos regionais, que forneceriam cenários mais confiáveis para a América do Sul em relação aos impactos da mudança do clima tanto sobre a temperatura média da superfície ou sobre padrões de precipitação.

Assim, foram realizados estudos sobre a região semiárida, áreas urbanas, zonas costeiras, saúde humana, energia e recursos hídricos, florestas, agropecuária e prevenção para desastres, coordenados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. Para tal, foram mobilizados especialistas brasileiros renomados na área, sendo cada um deles responsável pela abordagem de temas específicos. Esses estudos foram apresentados no formato de artigos e debatidos por representantes de entidades públicas e privadas, em oficinas de trabalhos para cada uma das áreas temáticas, realizadas em 2008 e 2009.

Adicionalmente, com as rodadas do modelo regional e com a disponibilidade de cenários regionalizados de mudança do clima até 2100, foi possível aprofundar estudos nas áreas de saúde, energia, recursos hídricos, agricultura e branqueamento de corais.

Outras Informações Consideradas Relevantes para o Alcance do Objetivo da Convenção

Transferência de Tecnologia

Deve-se reconhecer que uma rápida e efetiva redução de emissões de gases de efeito estufa e a necessidade de se adaptar aos efeitos adversos da mudança do clima requerem acesso, difusão e transferência de tecnologia ambientalmente sustentáveis.

O Brasil considera a expressão "transferência de tecnologia" da forma mais abrangente, compreendendo os diferentes estágios do ciclo tecnológico, incluindo pesquisa e desenvolvimento - P&D, demonstração, aumento de escala (*deployment*), difusão e transferência de tecnologia em si, tanto referente à mitigação quanto à adaptação.

O país acredita que o desenvolvimento e a transferência de tecnologia relativa à mudança global do clima devem apoiar ações de mitigação e adaptação, de forma a se buscar o alcance do objetivo último da Convenção. Na busca deste objetivo, a identificação de necessidades tecnológicas deve ser determinada nacionalmente, com base nas circunstâncias e prioridades nacionais.

O Brasil tem buscado identificar as necessidades tecnológicas do país em relação à energia, de maneira que se combine o atendimento às crescentes demandas com fontes menos emissoras de gases de efeito estufa. No entanto, não tem se buscado apenas identificar as tecnologias que o país necessita receber, mas também o grande potencial de tecnologias endógenas que podem ser difundidas e/ou transferidas a outros países, principalmente em desenvolvimento, por meio de cooperação Sul-Sul (principalmente com países lusófonos e/ou africanos) ou triangular. O etanol produzido de cana-de-açúcar é um desses exemplos, bem como avanços tecnológicos alcançados no setor agrícola.

parte-0.indd 21 10/23/10 1:36 AM

Pesquisa e Observação Sistemática

Várias pesquisas e atividades de observação sistemática relacionadas com a problemática da mudança global do clima vêm sendo desenvolvidas no país. Nesse contexto, equipes de pesquisadores brasileiros estão participando do esforço internacional de programas de pesquisa relacionados à mudança global do clima, como o Sistema de Observação do Clima Global - GCOS (da sigla em inglês de *Global Climate Observation System*), o Sistema de Observação Oceânica Global - GOOS (da sigla em inglês de *Global Oceanic Observation System*), a Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical - Pirata (da sigla em inglês de *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*), entre outros.

Dentre as iniciativas de pesquisa lideradas pelo Brasil, destaca-se o Experimento de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA (da sigla em inglês de *Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*), que visa a ampliar a compreensão do funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia; do impacto das mudanças dos usos da terra nesse funcionamento; e das interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global da Terra. Em 2007, o LBA tornou-se um programa de governo, renovando a agenda de pesquisas iniciada em 1998, quando era mantido por acordos de cooperação internacional.

Uma grande contribuição científica do Brasil para as negociações do regime internacional sobre mudança global do clima foi a denominada "Proposta Brasileira", apresentada pelo país em resposta ao "Mandato de Berlim", e submetida em maio de 1997. A proposta pretende promover uma mudança de paradigma ao definir um critério objetivo para avaliar a responsabilidade de cada país em causar a mudança global do clima. Baseia-se nas contribuições históricas e diferenciadas de cada país ao aumento de temperatura da superfície terrestre, ocasionado pelo acúmulo na atmosfera de gases de efeito estufa de origem antrópica desde a Revolução Industrial.

Assim, verifica-se que o país está promovendo e cooperando em pesquisas científicas e em observações sistemáticas, visando a esclarecer, reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, aos efeitos, à magnitude e à evolução no tempo da mudança do clima.

Educação, Treinamento e Conscientização Pública

Apesar das questões relacionadas à mudança do clima serem complexas, de difícil compreensão por leigos, e do limitado material de leitura disponível em português sobre o tema, tem-se procurado ampliar a educação, a conscientização pública e o treinamento sobre as questões relacionadas à mudança do clima.

Diversos programas educacionais implementados no Brasil estão em consonância com os objetivos da Convenção. Em particular, cabe destacar:

- A página de *internet* brasileira sobre mudança do clima do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT (http://www.mct.gov.br/clima) tem contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto, na medida em que disponibiliza informações sobre todo o processo de negociação da Convenção, as principais referências sobre a ciência do clima e a preparação da Comunicação Nacional. Em 27 de setembro de 2010, o total de páginas disponíveis ultrapassou dez vezes o levantamento obtido em 2000, posto que a página de *internet* contava com 35.363 páginas publicadas, em quatro idiomas (em português, inglês, espanhol e francês). Além disso cabe ressaltar, que de acordo com o *Google*, a página de *internet* brasileira tem *PageRank* 8, ou seja, a cada dez pesquisas realizadas na internet sobre o tema de mudança global do clima, oito são direcionadas a página de *internet* brasileira. Ademais, publicações em português (como a versão do texto oficial da Convenção e do Protocolo de Quioto), artigos de jornais e revistas, assim como a realização de seminários e debates, vêm ajudando na divulgação de um tema que em 1994 era desconhecido no país.

- O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - FBMC, presidido pelo Presidente da República, criado em 2000, tem - conjuntamente com inúmeras outras entidades públicas e privadas - auxiliado a promover a conscientização e a mobilização da sociedade em torno do tema mudança global do clima.

- Também de grande importância são os programas Procel nas Escolas e Conpet nas Escolas, especialmente dirigidos para crianças e adolescentes por meio de parcerias com instituições de ensino. Seus objetivos são ampliar a consciência de professores e alunos sobre a importância de usar a energia elétrica, derivados de petróleo e gás natural da melhor forma e divulgar amplamente atitudes com esse fim. Estima-se que entre 1990 e 2008, graças aos resultados alcançados pelo projeto Procel, tenha havido uma economia acumulada de energia de 2.841.912 MWh.

parte-0.indd 22 10/23/10 1:36 AM

Formação de Capacidade Nacional e Regional

O Brasil tem necessidades especiais relativas à estrutura institucional para lidar com as questões relacionadas à mudança do clima. A formação de capacidade nacional e regional é um dos principais objetivos dos países em desenvolvimento, considerando que este tema é uma nova área de estudo e há poucos cursos especializados sobre o assunto.

No âmbito regional, destaca-se a atuação do Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI, organização intergovernamental dedicada à pesquisa. Em relação à pesquisa, em âmbito nacional, cabe destacar as atividades da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima, instituída no final de 2007, e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas. Ressalta-se ainda a questão do aumento da participação de cientistas brasileiros no processo do IPCC, bem como a recente criação do Painel Brasileiro de Mudança do Clima, nos moldes do IPCC. Esforços estão sendo feitos no país em relação ao aperfeiçoamento de cenários futuros de mudança do clima por parte do Centro de Previsão do Tempo e Estudos de Clima - CPTEC/INPE e do recém-criado Centro de Ciência do Sistema Terrestre - CCST/INPE.

Além disso, há iniciativas de cooperação em relação à formação de capacidade nacional e regional do Brasil com outros países em desenvolvimento (cooperação Sul-Sul) e triangulares, envolvendo países desenvolvidos e países em desenvolvimento (cooperação Norte-Sul-Sul). Como exemplo de formação de capacidade regional, é relatado o treinamento sobre modelagem de cenários regionais futuros de mudança do clima para países da América Latina e Caribe. No âmbito de formação de capacidade nacional, o Brasil tem também colaborado com a formação de capacidade referente à elaboração de Comunicações Nacionais e ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em outros países em desenvolvimento.

Dificuldades Financeiras, Técnicas e de Capacitação para a Execução da Comunicação Nacional

A valorização da moeda nacional, o real, foi uma grande preocupação para a execução do projeto de elaboração da Segunda Comunicação Nacional do Brasil. Quando o projeto foi negociado com o GEF, a cotação do dólar considerada naquela ocasião era de R$ 3,15. Nesse cenário, certamente o orçamento aprovado do projeto (US$ 3.400.000 do GEF somados à US$ 4.175.600 da contrapartida nacional original) seria suficiente para a realização de todos os estudos básicos previstos, ficando as ampliações e detalhamentos, ou seja, as atividades adicionais que seriam implementadas, à custa das contrapartidas que seriam negociadas durante a execução do projeto com cada parceiro.

Contudo, a cotação do dólar foi, segundo taxa oficial das Nações Unidas, no mês de outubro de 2010, de R$ 1,71, tendo oscilado durante toda a execução do projeto, de 2006 a 2010, em valores inferiores aos considerados quando da proposição do projeto, o que levou o projeto a enfrentar diversas dificuldades financeiras para cumprimento de seus compromissos básicos, visto que todas as suas despesas comprometidas foram realizadas em reais.

No caso específico da Segunda Comunicação Nacional do Brasil, a agência executora desse projeto, o MCT, teve que envidar esforços adicionais no que se refere à parte de execução financeira do projeto, pois, além das contrapartidas que normalmente são esperadas para ampliação e detalhamento dos resultados, foram necessários aportes de recursos adicionais para possibilitar a realização de alguns estudos, dada a essa valorização do real em relação ao dólar.

A eficiente consecução da Segunda Comunicação Nacional do Brasil, com as devidas ampliações e detalhamentos daqueles estudos julgados necessários pela área técnica, bem como a regularização da dificuldade enfrentada com a valorização cambial, demandou recursos da ordem de US$ 10.604.222.

Desses recursos, US$ 3.400.000 foram disponibilizados pelo GEF e US$ 7.204.222 oriundos de contrapartidas nacionais. Essa contrapartida, inicialmente, era de US$ 4.175.600. Contudo, diante da valorização cambial e da necessidade apurada de atividades adicionais durante a execução do projeto, tal contrapartida não foi suficiente, o que fez com que o MCT tivesse que atuar junto a diversas instituições e a órgãos do próprio Ministério, no sentido de conseguir aportes adicionais de recursos, sem os quais o trabalho não seria finalizado.

Com uma atuação ativa e graças à sólida construção de parcerias que o MCT realizou, foi possível alavancar recursos de contrapartida, no valor de US$ 3.028.622, para que o projeto fosse concluído de forma eficiente e mantendo a qualidade esperada dos resultados produzidos.

Além disso, outra grande preocupação em relação aos arranjos permanentes para a elaboração das Comunicações

parte-0.indd 23 10/23/10 1:36 AM

Nacionais é a falta de uma equipe estável, com experiência em mudança global do clima, dedicada ao planejamento e supervisão das ações que não seja contratada como terceirizada ou como consultoria por produtos.

A aquisição de equipamentos sofisticados para o processamento de dados derivados da interpretação de imagens de satélites e auxiliares (mapas cartográficos, etc.) foram uma preocupação no projeto pela demora na contratação e falta de experiência na elaboração desse tipo de licitação por parte da agência das Nações Unidas.

Enfim, o material contido neste documento ilustra que o Brasil vem fazendo sua parte no combate à mudança global do clima, e está preparado para manter esse papel de protagonista no contexto do esforço global necessário para tratar do problema, em consonância com o objetivo e os princípios da Convenção.

parte-0.indd 24 10/23/10 1:36 AM

Autores, revisores e colaboradores

Inclui os autores, revisores e colaboradores que participaram da Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção

Acácio Consoni
Adalberto Leão Bretas
Adelino Silva
Ademilson Zamboni
Ademir Gomes da Silva
Ademir Hugo Zimmer
Adilson Elias Xavier
Adilson Queirantes
Adilson Soares
Adilson Wagner Gandu
Adma Raia Silva
Adriana Benini Brangeli
Adriana de F. Ferreira
Adriana dos S. S. Scolastrici
Adriana Gonçalves Moreira
Adriana Goretti M. Chaves
Adriana Lannes Souza
Adriana Pereira de Lima
Adriana Taqueti
Adriane Alves Silva
Adriano J. Diniz Costa
Afonso Almeida
Afonso Moura
Afrânio Manhães Barreto
Agnaldo da Silva Barros
Agostinho da Silva
Ailson Alves da Costa
Aílton José da Silva
Aírdem Gonçalves de Assis
Airton Kuntz
Alan Douglas Poole
Alberto Duque Portugal
Alberto Lourenço
Alberto Setzer
Alessandra Lee B. Firmo
Alessandra Lehmen
Alex Bertoletti
Alexandre Augusto Barbosa
Alexandre Bahia Santiago
Alexandre Berndt
Alexandre Braga F. Soares
Alexandre Davignon
Alexandre Lana Menelau
Alexandre Matheus Pontes Gomes
Alexandre Rodrigues Filizola
Alexandre Romanaze
Alexandre S. Miranda
Alexandre Salem Szklo
Alexandre Strapasson
Alexandre Valladares Mello
Alexandre Varanda
Alfred Szwarc
Alfredo José Barreto Luiz
Alfredo Kerzner
Alfredo Marquesi Júnior
Alfredo Paes Jr.
Alice Branoc Weffort
Alice Grimm
Aline de Holanda Maia
Aline Nunes Garcia
Aline Yukari Naokazu
Alison Ferreira
Alisson Flávio Barbieri
Allan Thiago Ferreira Pequeno
Aloísio Torres de Campos
Aluísio Campos Machado
Álvaro José Menezes das Costa
Álvaro Mesquita
Amanda Almeida Gabriel
Amantino de Freitas
Américo Sampaio
Amílcar Guerreiro
Amílcar Machado
Amorim Pereira
Ana Cardoso da Silva
Ana Carolina Borges
Ana Carolina L. M. Menezes
Ana Cláudia Lima
Ana Cristina Ollé Xavier
Ana Elisabete C. Jucá
Ana Hilda Cardoso da Silva
Ana Maria Bueno Nunes
Ana Maria Castelo
Ana Maria Gusmão de C. Rocha
Ana Maria Sousa Machado
Ana Patrícia da Silva
Ana Paula Pacheco Ferro
Ancelmo Cristinao Oliviera
Andelson Gil do Amaral
Anderson Clayton Reis
André Correa do Lago
André de Arruda Lyra
André Elia Neto
André Fenner
André Frossard Pereira de Lucena
André Luis Bogo
André Luis Cesar Esteves
André Luis Cordeiro Coutinho
André Luis Ferreira
André Novo
André Odenbreit Carvalho
Andrea Daleffi Scheide
Andréa Souza
Andréia Franzoni
Anexandra de Ávila Ribeiro
Angela Martins de Souza
Angelo Anastacio Zorzanelli
Ângelo Augusto dos Santos
Ângelo Mansur Mendes
Anibal J. Pampermayer
Aníbal Luiz Calumbi Lôbo
Anizio Azzini
Anna Carolina Lustosa Lima
Antônia Magna M. B. Diniz
Antônia Selma Delegá Ramos
Antônio C. A. de Oliveira (*in memoriam*)
Antônio Carlos Gomes
Antônio Carlos Miranda
Antônio Dayrell de Lima
Antônio Fernando P. da Silva
Antônio Franco
Antônio José Vallin Guerreiro
Antonio L. Magalhães Sena Costa
Antônio Lombardi
Antônio Natal
Antonio Rocha Magalhães
Antônio Valter M. de Mendonça
Antônio Vieira
Aparecido de Freitas
Araê Boock
Araquém Luiz de Andrade
Ariel Garces Pares
Ariovaldo Luchiari Junior
Arlete Silva Serra
Armando Rabufetti
Armindo Neivo Kichel
Arnaldo Celso Augusto
Arnaldo Costa Chimenes Filho
Arnaldo Luís de Lima Ivo
Arnaldo Saksida Galvão
Arthur Jesse Oliveira Braga
Augusto Jucá
Aumara Feu Alvim Marques
Barbara Oliveira

parte-0.indd 25 10/23/10 1:36 AM

Beatriz de Bulhões Mossri
Beatriz Garcia
Beatriz Nassur Espinosa
Beatriz Stuart Secaff
Bendicto Fonseca Filho
Benedito Ap. dos S. Rodrigues
Benedito Bezerra de Alencar
Bento Gonçalves
Bernardo Rios Zin
Bernardo Van Raij
Boanésio Cardos Ribeiro
Bohdan Matvienko
Boris Schneiderman
Boris Volkoff
Borivoj Rajkovic
Branca Bastos Americano
Bráulio Ferreira de Souza Dias
Braulio Pikman
Brizza de Araújo Nascimento
Bruna Patrícia de Oliveira
Bruno de Freitas Ramos
Bruno José Rodrigues Alves
Bruno Kerlakian Sabbag
Bruno Soares Moreira Cesar Borba
Caetano Carmignani
Caio Antônio do Amaral
Camilo Daleles Rennó
Camilo H. P. Marcos
Cândido de Souza Lomba
Caraí R. A. Bastos
Carina Queiroga
Carlos A. Klink
Carlos Afonso Nobre
Carlos Alberto Salgueiro
Carlos Alberto Simões de Arruda
Carlos Alberto Siqueira Paiva
Carlos Alberto Venturlli
Carlos Augusto Feu Alvim da Silva
Carlos Augusto Pimenta
Carlos Castro
Carlos Cláudio Perdomo
Carlos Clemente Cerri
Carlos de Campos Mantovani
Carlos Eduardo Machado Poletta
Carlos Eduardo Morelli Tucci
Carlos Eduardo N. Favaro
Carlos Enrique Hernández Simões
Carlos Eugênio de Azeredo
Carlos Fernando Lemos
Carlos Frederico Menezes
Carlos Joly
Carlos Lima Maia
Carlos Roberto de Lima
Carlos Roberto Sarni
Carlos Tucci
Carmélio Pereira de Melo
Carmem Silvia Câmara Araújo
Carmen Lúcia Vergueiro Midaglia
Carole A. dos Santos
Carolina Werneck
Caterina Vellaca Baernardi
Catia F. Barbosa
Catia Reis de Camargo
Célia Perin
Célia Regina Pandolphi Pereira
Célio Bermann
Celso Boin
Celso Cruzeiro
Celso Jamil Marur
Cenira Nunes
César da Silva Chagas
Cesar Luis Martinglis
César Mendonça
Cesar Roberto dos Santos Silva
César Weinschenk de Faria
Charlles Jefferson de Miranda
Chistopher Wells
Christiano Pires de Campos
Cibelle Marques Pedroza
Cícero A. Lima
Cícero Nascimento Magalhães
Ciro Marques Russo
Claudia Alves de Magalhães
Cláudia Della Piazza Grossi
Cláudia Firmino
Cláudia Júlio Ribeiro
Claudine Dereczynski
Cláudio Alonso
Cláudio Aparecido de Almeida
Cláudio Cícero Sabadini
Claudio David Dimande
Claudio de Almeida Conceição Filho
Cristian Vargas Foletto
Claudio Freitas Neves
Cláudio Guedes Oliveira
Cláudio Henrique Bogossian
Cláudio Júdice
Cláudio Ramalho Townsend
Cléber José Baldoni
Clotilde Pinheiro Ferri dos Santos
Corina Costa Freitas Yanasse
Cristiane Aparecida Cunha
Cristina Costa
Cristina Fernandes
Cristina Montenegro
Cristina Yuan
Dalton Cesar Costa Fontes
Dalton de Morisson Valeriano
Damião Maciel Guedes
Daniael Bucces
Daniel Forastiere
Daniel Gianluppi
Daniel Nicolato Epitácio Pereira
Daniel Picanço
Daniel Picoral Manassero
Daniel Queiroz
Daniel Rodriguez
Daniel Santos Vieira
Daniele M.G. Casarin
Daniele Soares Mendes
Danielle de Araujo Magalhães
Danielle de Melo Vaz Soares
Danielly Godiva
Danilo Matos da Silva
Darcy Brega Filho
David Canassa
David Gomes Costa
David Shiling Tsai
Dayane de Carvalho Oliveira
Décio Magioli Maia
Decio Nora Ribeiro
Denise Peresin
Deise Maria F. Capalbo
Delchi Migotto Filho
Demétrio Bueno Filho
Demétrio Florentino de Toledo Filho
Denise Peresin
Deraldo Marins Cortez (*in memoriam*)
Derovil Antonio dos Santos Filho
Diana Pinheiro Marinho
Diego Alvim Gómez
Diego Chaves
Diego Ezron Mendes de Carvalho
Dieter Muehe
Dimas Vital Siqueira Resck
Diógenes Del Bel
Diógenes S. Alves
Diolindo Manoel Peixoto de Freitas
Dirceu João Duarte Talamini
Divaldo Rezende
Donizete Macedo Costa
Donizetti Aurélio do Carmo
Douglas Pereto

parte-0.indd 26 10/23/10 1:36 AM

Ederson Rodrigues Profeta
Edgar Rocha Filho
Edmo Campos
Edmundo Wallce
Ednaldo Alves do Nascimento
Ednaldo Oliveira dos Santos
Edson E. Sano
Edson Fernando Escames
Eduarda de Queiroz Motta
Eduardo Batista Masseno
Eduardo Carpentieri
Eduardo de Souza
Eduardo Delgado Assad
Eduardo Ferreira Mendes
Eduardo Figueiredo
Eduardo Gonçalves
Eduardo Luiz Correia
Eduardo Macedo
Eduardo Mário Mediondo
Eduardo Moraes Arraut
Eduardo Sales Novaes
Eduardo Salomoni
Eduardo Shimabokuro
Edvaldo Soares Sposito
Elaine Assis Santos
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo
Élcio Luiz Farah
Eliana dos Santos Lima Fernandes
Eliana Karam
Eliane Andrade
Eliane A. M. de Queiróz Lopes da Cruz
Elias Antonio Dalvi
Elis Marina Tonett Motta
Elisabeth Matvienko
Elon Vieira Lima
Elpídio Sgobbi Neto
Elso Vitoratto
Elton César de Carvalho
Emílio Lebre La Rovere
Emmanuel Tobias
Eneas Salati
Eric Silva Abreu
Érico Antônio Pozzer
Érico Kunde Corrêa
Erika Ferreira
Erika Regina Prado do Nascimento
Ernani Kuhn
Ernesto Ronchini Lima
Esther Cardoso
Eudes Touma
Eudrades José Chaves Júnior
Eugenio Fonseca
Eugênio Miguel Mancini Scheleder
Eustáquio Reis
Evandro da Silva Barros
Everaldo Feitosa
Everardo V.T. Sampaio
Everton de Almeida Carvalho
Everton Vieira Vargas
Expedito Ronald Gomes Rebello
Eymar Silva Sampaio Lopes
Fabio Feldmann
Fábio Nogueira Avelar Marques
Fábio Scarano
Fábio Scatolini
Fábio Triguerinho
Fabrícia Maria Santana Silva
Fátima Aparecida Carrara
Faustino Lauro Corsi
Felipe Ribeiro Curado Fleury
Felipe Silva de Oliveira
Félix de Bulhões
Fernanda Aparecida Leite
Fernanda Carvalho
Fernanda Cristina Baruel Lara
Fernanda Messias Bocorny
Fernando Aguinaga de Mello
Fernando Almeida
Fernando Antonio Leite
Fernando da Rocha Kaiser
Fernando Fernandes Cardozo Rei
Fernando Hermes Passig
Fernando Jucá
Fernando Luiz Zancan.
Fernando Paim Costa Ferreira
Fernando Pelegrino
Fernando Vonzuben
Filadelfo de Sá
Filipe Leme Lopes
Firmino Moraes Sant'anna
Firmino Santana
Flávia Cristina Aragão
Flavia S. Lopes
Flávio Célio Goldman
Flávio Jorge Ponzoni
Flávio Luizão
Flávio Sottomayor S. Jr.
Flor de Lys S. de Almeida
Francisca A. Silva
Francisco A. Soares
Francisco Aloísio Cavalcante
Francisco Alves do Nascimento
Francisco Carlos do Nascimento
Francisco do Espírito Santo Filho
Francisco Humberto C. Júnior
Francisco José Dellai
Francisco Raymundo da Costa Júnior
Franklin Rosa Belo
Franz Josef Kalytner
Franz M. Roost
Frederic Lehodey
Frederico de Oliveira Tosta
Frederico Guilherme Kremer
Frederico Santos Machado
Frederico T. Oliveira
Frida Eidelman
Fúlvio Eduardo Fonseca
Gabriela Ribeiro
Galita Cordeiro Azevedo
Garna Kfuri
Geraldo Alves de Moura
Geraldo Koeler
Geraldo Weingaertner
Gerson Clóvis Malty
Giampaolo Queiroz Pellegrino
Giane Fátima Valles
Gilberson Moacir Coelho Cabral
Gilberto Câmara
Gilberto de Martino Januzzi
Gilberto Fisch
Gilberto Moacir Coelho Cabral
Gilberto Osvaldo Ieno
Gilberto Ribeiro da Silva
Gilda de Souza R. da Silva
Gilmar Guilherme Ferreira
Gilmar S. Rama
Gilson Luis Merli
Gilson Menezes
Gilvan Sampaio
Giovanna Lunkmoss de Christo
Giovanni Barontini
Giovanni J. Teixeira
Giovannini Luigi da Silva
Giseli Modolo Vieira Machado
Gizeli Saraiva de Sousa
Glaciela Moraes de Oliveira Bozzoni
Gláucia Diniz
Glauco Turci
Glória Rossato
Gonzalo Visedo
Graziela Roberta Amary
Grazielle de Oliveira N. Fiebig
Gregorio Carlos de Simone

parte-0.indd 27 10/23/10 1:36 AM

Gregorio Luiz Galvão
Gui Botega
Guido Gelli
Guilherme Corrêa Abreu
Guilherme D. E. de Moraes (*in memoriam*)
Guilherme Fagundes
Guilherme Moreira
Guilhermo Oswaldo Obregón Párraga
Guilhermo Tapia
Gustavo Barbosa Mozzer
Gustavo Luedemann
Gustavo Sueiro de Medeiros
Haissa Carloni
Hamilton Moss de Souza
Haroldo Matos de Lemos
Hebe Washington Peralta
Hector Ventimiglia
Heleno Arthur Depianti
Heleno S. Bezerra
Hélio Carletti Frigeri
Hélio Damasceno de Souza
Helmut Wintruff Koller
Heloísa Miranda
Heloíso Bueno Figueiredo
Hélvio Neves Guerra
Henrique Chaves
Henry Joseph
Herculano Xavier da Silva Júnior
Hézio Oliveira
Hilton Silveira Pinto
Holm Tiessen
Homero Carvalho
Homero Corrêa de Arruda
Hudy Eulálio dos Santos Fiori
Humberto Adami
Humberto Crivelaro
Idacir Francisco Pradella
Idenisia Magacho
Iêda Correia Gomes
Igor Bergmann
Igor Pantusa Wildmann
Ilana Wainer
Ildo Sauer
Ingrid Person Rocha e Pinho
Ione Anderson
Ione Egler
Ionice Maria Vefago
Iracema F. A. Cavalcanti
Irani Carlos Varella
Isabele Dalcin F. Anunciação
Isabella Asperti de Oliveira
Isaías de Carvalho Macedo
Isaura Maria Lopes Frondizi
Islaine Lubanco Santos
Ismael Fortunati
Israel Klabim
Ivan Takae Oikawa
Ivandir Soares Campos
Ivanir Mendes
Ivanise Martins Lima
Ivete D. Daros
Ivonete Coelho da Silva Chaves
Ivonice Aires Campos
Izabella Mônica Vieira Teixeira
Jackson Müller
Jacqueline de Oliveira Souza
Jacques Gruman
Jacques Marcovitch
Jailton Pereira da Silva
Jaime de Oliveira de Campos
Jaime Milan
Jair Albo Marques de Souza
Jairo de Oliveira Pinto Júnior
Janaina Carlos Diniz de Assis Correia
Janaína Francisco Sala
Janice Romaguera Trotti
Javier Tomasella
Jayme Buarque de Hollanda
Jean Bilac
Jean Carlos de Assis Santos
Jean Ometto
Jefferson Cardia Simões
Jefferson Dias
Jefferson Escobar Yamashiro
Jelio José Braz
Jesilei Moreira Maciel
Jéssica Amorim
Joana Maria Rocha e Silva
João A. Borba
João A. Lorezentti
João Alberto Martins
João Alencar
João Antônio Moreira Patusco
João Antônio Raposo Pereira
João Antônio Romano
João Augusto Bastos de Mattos
João Batista Menescal Fiúza
João Bosco
João Camillo Penna
João Carlos de Oliveira Moregola
João Carlos Fernandes
João Carlos Heckler
João Carlos Rodrigues
João Cícero
João Costa
João Emmanoel Fernandes Bezerra
João Espinosa
João Eudes Touma
João Guilherme Sabino Ometto
João Jorge Chedid
João José A. de Abreu Demarchi
João Lages Neto
João Leonardo da Silva Soito
João Luís Oliveira
João Luiz Corrêa Samy
João Luiz Rodrigues do Nascimento
João Luiz Tedeschi
João Marcelo Medina Ketzer
João Marinho de Souza
João Paulo C. Júnior
João Pratagil Pereira de Araújo
João Roberto dos Santos
João Roberto Gana
João Wagner Silva Alves
Joaquim do Carmo Pires
Joaquim Godói Filho
Joaquim Pedro Neto
Jocelly Portela
Joelma Ramos
Johaness Eck
Johnny Flores França
Jonas Irineu
Jorge Afonso
Jorge Almeida Guimarães
Jorge Arthur F.C. de Oliveira
Jorge Callado
Jorge de Barros
Jorge de Lucas Jr.
Jorge de Paula Ávila
Jorge Gomes
Jorge Lapa
Jorge Paschoal
Jorge Trinkenreich
Jörgen Michel Leeuwestein
Josana Lima
José José A. Noldin
José Aires Ventura
José Antônio da Cunha Melo
José Antônio Marengo Orsini
José Arnaldo Cardoso Fenna
José Carlos Costa Barros
José Carlos Gomes Costa
José Carlos Gomes de Souza

parte-0.indd 28 10/23/10 1:36 AM

José Cesário Cecchi
José de Arimatéia Santiago
José de Castro Correia
José de Souza Mota
José Domingos Silva
José Edenir Gianotto
José Edisol Parro
José Etrusco
José Eugênio Rosa Júnior
José Fantine
José Fernando Pesquero
José Flamarion de Oliveira
José Galísia Tundisi
José Goldemberg
José Guilherme Moreira de Souza
José Henrique Penido
José Honório Accarini
José Ignácio Ribeiro Neto
José Israel Vargas
José L. Cézar Filho
José Laércio Ribeiro Pinto
José Lúcio Soriano
José Luiz Magalhães Neto
José Luiz Papa
José Luiz Picoli
José Luiz Rocha Oliveira
José Luiz Valim
José Malhães da Silva
José Maria Alves Godói
José Maria de Oliveira Filho
José Marques Porto
José Nunes Barbosa
José Otávio Carvalho
José Raphael Lopes Mendes de Azeredo
José Reinaldo Del Bianco
José Renato Cortez Bezerra
José Ricoy Pires
Jose Roberto de Lima
José Roberto Moreira
José Rubens Cicuto
José Serrano
José Tenório Cavalcante
José Valdir Pratali Pioli
José Vicente Ferreira
José Wendel Silva da Paz
Josiane Bustamante
Josué F. C. Filho
Joval Canos Bizon
Jovelino G. Cerqueira Filho
Jucivan Ribeiro Lopes
Judson Ferreira Valentim
Júlia Navarrette
Juliano de Carvalho Filho
Juliano Mota Lazaro
Júlio Noronha
Júlio Palhares
Jurandir Falas Berbel
Jussara Haruco Miaira
Jussara Starling de Medeiros
K. P. G. Alekseev
Karen Suassuna
Kelma Maria Nobre Vitoriano
Kênio Franklin de Freitas
Kennedy Gomes de Souza
Kleber Covas Martinez
Konnie Peuker
Laércio de S. Campos
Laís Roberta Galdino de Oliveira
Laline Ramirez Nunes
Lani Tardin
Leda Christiane de F. Lopes Lucena
Larissa Schmidt
Laryssa Lilian Lopes Sbruzzi
Laura Kikue Kumazawa
Laura Maria Regina Tétti
Laura Porto
Laura Silvia Valente de Macedo
Laura Tetti
Lauro Eduardo de Souza Pinto
Lauro José Scholer
Lázaro de Godoy Neto
Leandro Batista Yokomizo
Leandro do Prado Wildner
Leandro Fagundes
Leandro Waldvogel
Leda Freitas Ribeiro
Leiza Dubugras
Leni Mari Perotti S. Marini
Leonam dos Santos Guimarães
Levi Ferreira
Lidia Harue Hanada,
Lidiane Barroso
Lilia Catiglioni P. Paschoal
Lincoln Muniz Alves
Lindemberg Bezerra
Lindon Fonseca Matias
Lineu José Bassoi
Lívio Ribeiro dos S. Neto
Lorena Miossi Alves Cabral
Lorenza Alberici da Silva
Lothario Deppe
Luana de Rosa
Lucas Assunção
Lucas dos Santos Lôbo Takahashi
Lúcia H. Ribas Machado
Luciana Mara Corrêa
Luciana Medeiros de Carvalho Brant
Luciana O. Queiroz Ribeiro
Luciana Omena dos Santos
Luciana Spinneli Araújo
Luciane Garavaglia
Luciane R. dos Anjos
Luciano Chagas Barbosa
Luciano dos Santos Martins
Luciano Fonseca Coppola
Luciano Freire Maia
Luciano Lellis Miranda
Luciano Nobre Varella
Luciano Quintans
Luciano Rodrigues
Lucila Maria Teixeira Caselato
Ludmila de Oliveira Ferreira
Luís Antônio Martinelli
Luis Carlos Leonardelli
Luís Fernando Stone
Luis Gustavo Moraes Ferraz
Luis Henrique Sartorlli
Luis Salazar
Luiz Alberto Figueiredo Machado
Luiz Alberto Oliva Monte
Luiz Antônio Antunes de Oliveira
Luiz Augusto Horta Nogueira
Luiz Augusto S. de Azevedo
Luiz Carlos B. Biasi
Luiz Carlos Hermes
Luiz Celso Parisi Negrão
Luiz Claudio Lima Costa
Luiz Cláudio Padiar
Luiz Fernando do Amaral
Luiz Fernando dos Santos
Luiz Gylvan Meira Filho
Luiz Kazuiko Maebara
Luiz Machado
Luiz Mário Baccarin
Luiz Pereira Ramos
Luiz Pinguelli Rosa
Luiz R. A. Cunha
Luiz Renha
Luiz Soares
Luiz Soresini
Luiz Varela Guimarães
Luzia de Sousa Silva
Magda Aparecida de Lima

parte-0.indd 29 10/23/10 1:36 AM

Maiara Silva Luz
Manoel Alonso Gan
Manoel dos Santos
Manoel Fernandes Martins Nogueira
Manoel Régis Lima Verde Leal
Manuel Eduardo Ferreira
Manuel Jerez Orozco
Manuella Santos Barbosa
Manyu Chang
Mara Lorena Maia Fares
Marca Ambiental
Marçal José Rodrigo Pires
Marcela Cardoso Guilles da Conceição
Marcela Ohira Schwarz
Marcelo Consiglio
Marcelo Drügg Barreto Vianna
Marcelo Francisco Sestini
Marcelo Khaled Poppe
Marcelo Meirinho Caetano
Marcelo Pisetta
Marcelo Rodolfo Siqueira
Marcelo Teixeira Pinto
Marcelo Theoto Rocha
Márcia Amorim Soares Amaral
Marcia Andréa Dias Santos
Marcia Chame
Márcia Cristina Pessoa Fonseca
Márcia Drachmann
Márcia Janeiro Pereira
Márcia Macul
Márcia Simão Macul
Márcia Valéria Ferraro Gomes
Márcia Valle Real
Marcia Zenobia de Lima Oleari
Marcio Guimarães
Márcio M. Santos
Márcio Nogueira Barbosa
Márcio Schetinni
Marco A. Silveira Pereira
Marco Antônio Carvalho Pessoa
Marco Antônio Fujihara
Marco Antônio Machado
Marco Antonio Sanchez Artuzo
Marco Antônio Veiga
Marco Aurélio de Sousa Martins
Marco Aurélio dos Santos Bernardes
Marco Aurélio Freitas
Marco Túlio Scarpelli Cabral
Marco Ziliotto
Marcos Antonio Vieira Ligo
Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Marcos Buckeridge
Marcos Corrêa Neves
Marcos Eduardo de Souza
Marcos Escaldelai
Marcos Freitas
Marcos Jank
Marcos Otávio Prates
Marcos Pellegrini Bandini
Marcos Sampol
Marcos Santos Ferreira
Marcus Araujo
Margarete Naomi Sato
Margareth Watanabe
Maria A. B. Ourique de Carvalho
Maria Assunção Dias
Maria Clara Tavares Cerqueira
María Cleofé Valverde Brambila
Maria Conceição Peres Young Pessoa
Maria Cristina Maciel Lourenço
Maria Cristina Yuan
Maria da Conceição Peres Young
Maria da Conceição Santana Carvalho
Maria de Fátima Salles de Abreu Passos
Maria do Carmo Carvalho da Silva
Maria do Socorro B. Nascimento
Maria do Socorro Moura
Maria Feliciana de Ortigão Sampaio
Maria I.S. Escada
Maria Isabel Lessa da Cunha Canto
Maria Isabel Sobral Escada
Maria José Sampaio
Maria Lucia Bernardes Coelho Silva
Maria Lúcia Neves
Maria Lúcia Rangel Filardo
Maria Luíza de Andrade Gatto
Maria Luiza de Araújo Gastal
Maria Netto
Maria Rita Fontes
Maria Sílvia Muylaert
Maria Teresa Roza
Mariana Cheade
Mariana Regina Zechin
Mariana Sigrist
Maricy Marino
Marilene N. Falsarella
Marilene Tozin Gabardo
Marília Giovanetti de Albuquerque
Marilice Camacho A.Cunha
Mário Antônio Angelicola
Mário F. Leal de Quadro
Mario Garlipp Tagliolato
Mário Krausz
Mário Rocco Pettinati
Mario Saffer
Mário Tachimi
Mário Willian Esper
Mariza Militão
Mark Zulauf
Marly Fré Bolognini
Marta Ferreira de Lima de Cano
Martial Bernoux
Martinho Jota de Queiroz Junior
Mathilde Bertoldo
Mauri José Zucco
Maurício Andrés Ribeiro
Maurício Braga Trancho
Maurício D'Agostini Silva
Maurício José Lima Reis
Maurício Reis
Maurício Silva Andrade
Maurício Tiomno Tolmasquim
Maurik Jehee
Mauro Augusto dos Santos
Mauro Garcia Carvalho Rico
Mauro Gebrim
Mauro Kazuo Sato
Mauro Luiz Brasil
Mauro Mansur
Mauro Noburu Okuda
Mauro Rodrigues Mello
Maximilian Boch Filho
Máximo Luiz Pompemayer
Mayra Juruá Gomes de Oliveira
Mellina Zanon Breda
Mercedes Bustamante
Mércia Cristina Farat
Michael H. Glantz
Michelle Letícia Macan
Miguel Luiz Henz
Miguel Peta
Milton A.T. Vargas
Milton Cezar Ribeiro
Milton Eduardo Giancoli
Milton Marques
Milton Nogueira
Mirela Chiapani Souto
Mirlene Méis Aboni
Miuzael Frazão Freire
Moacir Marcolin
Mohamed E. E. Habib
Moisés Antonio dos Santos
Mônica de Queiroz Santos

parte-0.indd 30 10/23/10 1:36 AM

Moyzés dos Reis Amaral
Myrthes Marcelle Santos
Nádia Taconelli
Nádima de Macedo Paiva Nascimento
Nadja Limeira
Nadja N. Marinho Batista
Napoleão Esberard Beltrão
Natal Servílio Téo
Nazaré Lima Soares
Neilton Fidelis
Nelson Jesus Ferreira
Nelson João Bissato
Nelson Luiz da Silva
Nelson Machado Guerreiro
Nereida Costa Nobrega de Oliveira
Neuza Maria Maciel
Nicolás Masuelli
Nilson Clementino Ferreira
Niro Higushi
Nivaldo Silveira Ferreira
Nuri Oyamburo de Calbete
Obdúlio Diego Fanti
Odair Zanetti
Odemar Rosa Pereira
Odo Primavesi
Odório Carneiro
Olavo Pereira de Souza
Olga Cortes Rabelo Leão Simbalista
Olga Y. Mafra Guidicini
Olimpio Vieira Neto
Oliveira Santos
Olívia Felício Pereira
Omar Campos Ferreira
Orivaldo Brunini
Orlando Cristiano da Silva
Osman Fernandes da Silva
Osvaldo Soliano Pereira
Oswaldo Cabral
Oswaldo dos Santos Lucon
Oswaldo M. Albino Neto
Oswaldo Polizio Júnior
Oswaldo Velinho
Otávio Amorim
Otávio Augusto Drummond C. Trindade
Otávio G. A Abujamra
Othon Luiz Pinheiro da Silva
Pabline Daros
Paolla C. Normando A. Pereira
Patricia Bassetto da Silva
Patricia Boson
Patrícia dos Santos Mancilha
Patricia Maria de Souza Paulino
Patrícia Raquel da Silva Sottoriva
Patricia Santana
Paula de Melo Chiste
Paula Lavratti
Paulina Hoffmam Domingos
Paulo Armando Oliveira
Paulo Artaxo
Paulo Barbosa
Paulo Bernardi Junior
Paulo César Ferreira Alves
Paulo César N. Borges
Paulo César Rosman
Paulo Coutinho
Paulo de Lamo
Paulo de Lima Pinho
Paulo de Lucca
Paulo de Souza Coutinho
Paulo do Nascimento Teixeira
Paulo Egidio Konzen
Paulo F. Perotti
Paulo Henrique Cardoso
Paulo Henrique Cunha Soares
Paulo Hilário Nascimento Saldiva
Paulo Honda Ota
Paulo José Chiarelli V. de Azevedo
Paulo Kanepa
Paulo Macedo
Paulo Marcos C. Santos
Paulo Marinho
Paulo Nobre
Paulo Protásio
Paulo Roberto Cruz
Paulo Roberto Leme
Paulo Roberto Pereira César
Paulo Robinson da Silva Samuel
Paulo Rocha
Paulo S. Kanazawa
Paulo Schincariol
Paulo Takanori Katayama
Paulo Tramontini
Pedro Alberto Bignelli
Pedro Bara Neto
Pedro Calasans de Souza
Pedro de Andrade
Pedro Dias Neto
Pedro Hernandez Filho
Pedro Ivo Barnack
Pedro Leite da Silva Dias
Pedro Santaro Shioga
Pedro Soares
Pedro Tosta de Sá Filho
Péricles Sócrates Weber
Peter Greiner
Philipp Fearnside
Pietro Erber
Plínio César Soares
Plínio Mário Nastari
Plínio Martins Damásio
Priscila Tavares
Priscila Teixeira
Rachel Biderman Furriela
Rachmiel M. Litewski
Rafael Azeredo
Rafael Cabral Gonçalves
Rafael Duarte Kramer
Rafael Fonseca da Cruz
Rafael Lemos de Macedo
Rafael Notarangeli Fávaro
Rafael Schetman
Rafaela Maria Bichuette
Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Raimundo Moreira Lima Filho
Raimundo Nonato Fialho Mussi
Raimundo Nonato Moraes Andrade
Ramayana Menezes Braga
Ramez Augusto Jardim
Regiane Brito
Regina Alvala
Regina Hiromi Nuruki Tomishima
Regina Simea Sbruzzi
Reinaldo Bazoni
Renata Yshida
Renato Boareto
Renato Ricardo A. Linke
Renato Rossetto
Ricardo Alvares Scanavini
Ricardo Cesar Varella Duarte
Ricardo Crepaldi
Ricardo F. da Silva
Ricardo Gerlak
Ricardo Gomes de Araújo Pereira
Ricardo Marques Dutra
Ricardo Miranda
Ricardo Pretz
Ricardo Santos Azevedo
Rilda Francelina Mendes Bloisi
Rildo de Souza Santos
Rita Carla Boeira
Rita de Cássia Barreto Figueiredo
Rita de Cássia P. Emmeriche
Rita de Cássia Vieira Martins

parte-0.indd 31 10/23/10 1:36 AM

Robério Aleixo Anselmo Nobre
Roberta Santoro de Constantino
Roberto Bertelli
Roberto da Rocha Brito
Roberto de Aguiar Peixoto
Roberto de Moura Campos
Roberto dos Santos Vieira (in memoriam)
Roberto Ferreira Tavares
Roberto Giolo de Almeida
Roberto Godinho
Roberto Moreira
Roberto N. Xavier
Roberto Piffer
Roberto Schaeffer
Roberto Telles Prado
Roberto Wilson Oliveira Dias
Roberto Zilles
Robinson Tadeu Gomes
Robson Rocha
Rodnei Cassiano Todorow
Rodolfo Bassi
Rodolfo Nicastro
Rodrigo Cavalcanti da Purificação
Rodrigo Chaves Cardoso de Oliveira
Rodrigo de Matos Moreira
Rodrigo Hemerhy
Rodrigo Martins Vieira Coelho Ferreira
Rogério Abdalad
Rogério Henrique Ruiz
Rogério Marchetto Antônio
Rogério Mundin
Rômulo Carneiro
Ronald Antônio da Silva
Ronaldo Kanopf de Araújo
Ronaldo Kohlmann
Ronaldo Sérgio M. Lourenço
Ronaldo Seroa da Motta
Ronilson Ramos de Aquino
Rosana Benetti
Rosana Cérgoli Barbosa
Rosana Cristina de Souza Giuliano
Rosana Faria Vieira
Rosana Tiyomi Kirihara
Rosane Castiglioni Pereira
Rosangela Silva
Rosaura Garcia Zucolo
Roseli Medeiros
Roselice Duarte de Medeiros
Rosemery Bebber Grigato
Rosenely Diegues Peixoto
Rosilena Viana de F. Souza
Rozalino Ramos Pereira
Rubem Bastos Sanches de Brito
Rubens Harry Born
Rubens Lopes Saraiva
Rubens N. B. Grimaldi
Rubens Pereira Brito
Rubens Silva Filho
Rubismar Scholz
Rui Antônio Alves da Fonseca
Rui da Silva Verneque
Rui Feijão
Rui Machado
Rui Maurício Gregório
Rui Nelson T. Almeida
Ruy Kenji Papa de Kikuchi
Saionara Fernandes Pavei
Samira Sana Fernandes de Sousa
Samyra Crespo
Sandra Cristina Rodrigues
Sandra M. S. Cartaxo
Sandra Maria Oliveira Sá
Sandra Soares de Melo
Sandro Donnini Mancini
Sandro Pereira Gonçalves
Saulo Marques de Abreu Andrade
Sebastião Amaral de Campos
Sebastião Costa Guedes
Sebastião Renato O. Fortes
Sebastião Sérgio Faria
Segen Farid
Semida Silveira
Sérgio Antônio da Silva Almeida
Sérgio Antônio Perassa
Sérgio Besserman Vianna
Sérgio Calbete
Sérgio Lopes Dousseau
Sérgio Maia
Sérgio Peres Ramos da Silva
Sérgio Raposo de Medeiros
Sérgio Serra
Sheila da Silva Souza
Shinsho Takara
Sidnei J.S. Sant'Anna
Sidney Abreu
Silvana Bassi
Silvia Maiolino
Silvia Martarello Astolpho
Sílvio Arfeli
Silvio Manoel Silva Gonçalves
Silvio Pereira Coimbra
Simon Schwartzman
Simone Bentes Normandes Vieira
Simone Claude Raymond
Simone Georges El Khouri Miraglia
Simone Sehnem
Sin Chan Chou
Sizuo Matsuoka
Sofia Jucon
Sofia Nicoletti Shellard
Sônia Beatriz Machado Alves
Sônia Maria Manso Vieira
Sônia Seger P. Mercedes
Soraya Ribeiro
Sourak Aranha Borralho
Suani Teixeira Coelho
Suleima Santos
Suzana Kahn Ribeiro
Taiana Brito
Taiana Nunes dos Santos
Tamara Van Kaicr
Tamara Vigolo Trindade
Tania Maria Mascarenhas Pinto
Tassiana Yeda Faria Segantine
Tatyane Souza N. Rodrigues
Tércio Ambrizzi
Tereza Cristina de M. Romero Teixeira
Tereza Cristina Pinto
Thaís Linhares Juvenal
Thaylini Cristine Luz Belino Bonfin
Tsutomu Morimoto
Thelma Krug
Themis Piazzetta Marques
Thiago de Araújo Mendes
Tiago Massao Matsumoto
Tomás Caetano Rípoli
Torello Redi Neto
Túlio César Mourthé de A. Andrade
Ubirajara Moura de Freitas
Ulf Walter Palme
Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri
Vagner Cruz
Valdete Duarte
Valdo da Silva Marques
Valéria B. Lima
Valquíria Barbosa Lunardeli
Valquíria Pereira Cabral da Silva
Vanderlei Francisco de Oliveira
Vanderlei Perez Canhos
Vania Elisabete Schneider
Vanildes Oliveira Ribeiro
Vera Lúcia Castro
Vera Lúcia de Abreu Vilela

parte-0.indd 32 10/23/10 1:36 AM

Vicente Schmall
Victor Bonesso Júnior
Victor Ferreira de Souza
Victorio L. Furlani Neto
Vilma de Jesus Rodrigues
Vilson Fontana Bastos
Vilson Rodrigues Aguiar
Virgílio Bandeira
Volker Walter Johann Heinrich Kirchhoff
Volnei Peruchi
Wadih Scandar Neto
Wagner Costa Ribeiro
Wagner Fisher
Wagner Moreira
Wagner Soares
Waldir B. Silva
Waldir Stumpf
Waldomiro Paes
Walmir Costa da Roda
Walmir Fernando G. da Rocha
Walnir Ferro de Souza
Warwick Manfrinato
Weber Amaral
Wellington B. C. Delitti
Wellington Costa Freitas
Werner Eugênio Zulauf (*in memoriam*)
Werner Kornexl
William Frasson
Wilson Roberto Soares Mattos
Wolmir Pereira Andrade
Yara Campos Almeida
Yuri Andres de Jesus Moraes
Yushiro Kihara
Zelinda Leão
Zilmar de Souza
Zulcy Souza

parte-0.indd 33 10/23/10 1:36 AM

Instituições participantes

3M do Brasil - Regional de Meio Ambiente, Segurança e Higiene Industrial - América Latina
ABAL - Associação Brasileira do Alumínio
ABCM – Associação Brasileira do Carvão Mineral
ABEMA - RN – Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente
ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABESCO - Associação das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABIA - Associação Brasileira das Industrias Alimentícias
ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química
ABL - Incinerador de Antibióticos do Brasil
ABLP - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
Aborgama do Brasil Ltda
ABPC - Associação Brasileira de Cimento Portland
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABS Quality Evaluations
Açúcar e Álcool Oswaldo Ribeiro de Mendonça Ltda
Açúcar Guarani S/A.
Açucareira Quatá S/A
Açucareira Zillo Lorenzetti S/A.
ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente SE
AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S/A
AES Uruguaiana Empreendimentos S/A
Afluente Geração e Transmissão de E.E. S/A
Agência Goiana de Meio Ambiente
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
AGESPISA - Águas e Esgotos do Piauí S/A
AIDIS - Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental
AINEP - Assessoria e Intermediação de Negócios Especiais e Participação
ALBRAS - Alumínio Brasileiro S/A
ALCOA
ALLMA - Gestão em Agronegócios
Alpina Ambiental S/A
ALSTOM POWER - Sistemas de Controle Ambiental
ALUMAR - Consórcio de Alumínio do Maranhão
Alves & Trancho – Assessoria e Consultoria em Informática Ltda.
Amapari Energia S.A
Amazonas Distribuidora de Energia S/A
Amazônia Eletronorte Transmissora de Energia S/A
AmBev - Companhia de Bebidas das Américas
Ambiental ECOPAM
Ambiental Saneamento e Concessões Ltda
AMESC - Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense
Ampla Energia e Serviços S/A
ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
Anaconda Ambiental e Empreendimentos Ltda.
Antonio Ruette Agroindustrial Ltda
APETRES - Associação Paulista das Empresas de Tratamento e Destinação de Resíduos Urbanos
Araputanga Centrais Elétricas S/A
ArcellorMittal
ArcelorMittal Cariacica
ArcelorMittal Itaúna
ArcelorMittal Juiz de Fora
ArcelorMittal Monlevade
ArcelorMittal Piracicaba
ArcelorMittal Sabará
Artemis Transmissora de Energia S/A
ASEMG – Associação Suinocultores do Estado de Minas Gerais
Associação Mineira de Silvicultura - AMS
ATE Transmissora de Energia S/A
ATE II Transmissora de Energia S/A
ATE III Transmissora de Energia S/A
ATT Ambiental Tecnologia e Tratamento Ltda
BAESA - Energética Barra Grande S/A
Bahia Pulp S/A
Baixada Santista Energia S/A
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES
Bandeirante Energia S/A
Belgo Bekaert Arames Contagem
Belgo Bekaert Arames Hortolândia
Belgo Bekaert Arames Osasco
Belgo Bekaert Arames Sabará
Biogás Energia Ambiental S/A.
BIOTECS - Águas e Efluentes - Engenharia de Sistemas de Tratamento
Boa Hora Central de Tratamento de Resíduos Ltda
Boa Sorte Energética S/A
Boa Vista Energia S/A
Bonfante Energética S/A
Bons Ventos Geradora de Energia
Brascanenergética Minas Gerais S/A
BRASECO - Tratando do Lixo, Cuidando de Você

parte-0.indd 34 10/23/10 1:36 AM

Brasil Central Energia S/A
Breitener Jaraqui S/A
Breitener Tambaqui S/A
Brentech Energia S/A
BT Geradora de Energia Elétrica S/A
Bunge Fertilizantes S/A
Caçador Energética S/A
CAEMA - Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão
CAER - Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CAERD - Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia
CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESA - Companhia de Água e Esgotos do Amapá
CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CAGEPA - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
Caiuá Distribuidora de Energia S/A
Calheiros Energia S/A
Capuava Energy
Carangola Energia S/A
Casa Civil da Presidência da República
CASAL - Companhia de Saneamento de Alagoas
CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
Cavo-Serviços e Meio Ambiente S/A
CBA – Companhia Brasileira de Alumínio
CDSA - Centrais Elétricas Cachoeira Dourada S/A
CEAL – Companhia Energética de Alagoas
CECLIMA - Centro Estadual de Mudanças Climáticas/AM
CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CEEE-GT – Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEESAM Geradora S/A
CELESC Distribuição S/A
CELG Distribuição S/A
CELG Geração e Transmissão
Celulose Nipo-Brasileira S/A
CEMAR – Companhia Energética do Maranhão
CEMIG Companhia de Energia de Minas Gerais
CEMIG Geração e Transmissão S/A
CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem
CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa
Censtroeste Construtora e Participações Ltda
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS
Centrais Elétricas do Pará S/A
Centrais Elétricas Matogrossenses S/A
Centrais Hidrelétricas Grapon S/A
Centro de Ciência do Sistema Terrestre – CCST/INPE
Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE – CPTEC/INPE
Centro Nacional de Referência de Biomassa – CENBIO
CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP
CERAN - Companhia Energética Rio das Antas
CERPA - Central Energética Rio Pardo Ltda
CESA - Castelo Energética S/A
CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento
CESP - Companhia Energética de São Paulo
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Cetrel - Camaçari - BA
Cetrel Lumina Com. E Adm.
Cetrel Lumina Comercial em São Paulo
CETREL S/A. - Empresa de Proteção Ambiental
CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CGTF - Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A
CIEN – Companhia de Interconexão Energética
CJ Energética S/A
Clariant - Blumenau/SC
Clean CTTR (Central de Tratamento Térmico de Resíduos) - Belém - PA
Clean Service Serviços Gerais Ltda
CNPGL - Embrapa Gado de Leite
CNPSA - Embrapa Suínos e Aves
CODEMA Campinas - Conselho Municipal de Meio Ambiente
CODESP - Companhia Docas do Estado de São Paulo
COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COGEN - SP - Associação Paulista de Cogeração de Energia
Columbian Chemicals Brasil Ltda.
COMGAS - Companhia de Gás de São Paulo
Companhia Brasileira de Estireno
Companhia Cervejaria Brahma - Cervejarias Reunidas Skol Caracu S/A - Sub -Produtos
Companhia de Energia Elétrica do Estado de Tocantins
Companhia de Gás de São Paulo
Companhia Energética Chapecó
Companhia Energética de Brasília
Companhia Energética de Pernambuco
Companhia Energética de Petrolina
Companhia Energética do Ceará
Companhia Energética Santa Clara
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica
Companhia Força e Luz do Oeste
Companhia Hidrelétrica do São Francisco
Companhia Hidroelétrica São Patrício
Companhia Jaguari de Energia
Companhia Luz e Força Santa Cruz
Companhia Nacional de Energia Elétrica
Companhia Nitro Química Brasileira
Companhia Paulista de Força e Luz
Companhia Siderúrgica Nacional
Companhia Transirapé de Transmissão
Companhia Transleste de Transmissão
Companhia Transudeste de Transmissão
COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

parte-0.indd 35 10/23/10 1:36 AM

Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE
Concessionária Mosquitão
Conselho Nacional da Pecuária de Corte
Consórcio Aproveitamento Hidrelétrico Porto Estrela
Consórcio Capim Branco Energia -UHE AmadorAguiar I
Consórcio Capim Branco Energia -UHE AmadorAguiar II
Consórcio Dona Francisca (CEEE-GT e DFESA)
Consórcio Ecocamp
Consórcio Itá
Consórcio Machadinho
Construtora Marquise S/A
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COPEL – HOLDING – Companhia Paranaense de Energia
COPERSUCAR - Centro Tecnológico Copersucar
COPPE/UFRJ – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
Corpus Saneamento e Obras Ltda
CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento
Corumbá Concessões S/A
COSAN Alimentos S.A FILIAL TARUMÃ
COSAN Alimentos S.A UNIDADE MARACAÍ
COSAN Centro Oeste S.A Açúcar e Álcool Filial Jataí
COSAN S.A Bionergia Filial UTE Costa Pinto
COSAN S.A Bionergia Filial UTE GASA
COSAN S/A Bionergia Filial UTE RAFARD
COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará
COSE - Companhia Energética do Rio Grande do Norte
Costa Rica Energética Ltda
Cotiporã Energética S/A
CPFL Piratininga
CPPSE - Embrapa Pecuária Sudeste
CPPSUL - Embrapa Pecuária Sul
CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PE
CRA - Centro de Recursos Ambientais/BA
CSN - Cia. Siderúrgica Nacional
CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão
CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
Curuá Energia S/A.
Da Ilha Energética S/A
DAE S/A. - Água é Esgoto
Dambiental
Dana Indústrias Ltda.
DANONE Ltda.
Dedini S/A Indústria de Base
Departamento Municipal de Energia de Ijui
DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe
Destilaria Água Bonita Ltda
DME Energética Ltda.
DMEPC - Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas
DNA Consultoria, Planejamento, Gestão Urbana e Ambiental
e&e Economia e Energia
ECO - PROCESSA Arcos/MG
ECO - PROCESSA Cimpor - Cajati/SP
ECO - PROCESSA Cimpor - Campo Formoso/BA
ECO - PROCESSA Cimpor - Candiota/RS
ECO - PROCESSA Cimpor - Cezarina/GO
ECO - PROCESSA Cimpor - João Pessoa/PB
ECO - PROCESSA Cimpor - São Miguel dos Campos/AL
ECO - PROCESSA Lafarge Cantagalo
ECO - PROCESSA Matosinhos/MG
Economia e Energia - e&e
ECTE – Empresa Catarinense de Transmissão de Energia
ELEKTRO – Eletricidade e Serviços S/A
ELETRAM - Eletricidade da Amazônia S.A.
Eletro Primavera Ltda
ELETROCAR - Centrais Elétricas de Carazinho S/A
ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
ELETROSUL - Centrais Elétricas S/A
EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A
EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A.
Embralixo - Empresa Bragantina de Varrição e Coleta de Lixo Ltda.
Empreiteira Pajoan - Central de Tratamento de Resíduos (Associada APETRES)
Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S/A
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S/A
Empresa de Transmissão de Energia de Santa Catarina
Empresa de Transmissão de Energia do Rio Grande do Sul
Empresa de Transmissão do Alto Uruguai S/A
Empresa de Transmissão do Espírito Santo S/A
Empresa Elétrica Bragantina S/A
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A
Empresa Energética Porto das Pedras S/A
Empresa Luz e Força Santa Maria S/A
Empresa Norte de transmissão de energia S/A
Empresa Tejofran de Saneamento e Serviços Ltda
ENERCAN - Campos Novos Energia S/A
Energética Campos de Cima da Serra
Energética Ponte Alta S/A
Energética Salto Natal S/A
ENERGISA Borborema
ENERGISA Minas Gerais Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA Nova Friburgo Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA Paraíba
ENERGISA Sergipe Distribuidora de Energia S/A
Energyworks do Brasil Ltda
Enerpeixe S.A
Enge - Aplic Montagens Industriais Ltda
ENGEPASA Ambiental Ltda

parte-0.indd 36 10/23/10 1:36 AM

Engetécnica Ltda
ENTERPA Ambiental S/A
Enob Ambiental Ltda
Eólica Formosa Geração e Comércio de Energia S/A
Eólica Icaraizinho Geração e Comércio de Energia S/A
Eólica Paracuru Geração e Comércio de Energia S/A
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPESA – Centrais Elétricas de Pernambuco S/A
Eppo Ambiental Ltda
Equipav S/A - Açúcar e Álcool
ERM Brasil Ltda.
ERTE - Empresa Regional de Transmissão de Energia
Espírito Santo Centrais Elétricas S/A
Espora Energética S/A
Essencis Administração
Essencis Co - Processamento
Essencis CTR Betim
Essencis CTR Caieiras
Essencis CTR Curitiba
Essencis CTR Itaberaba
Essencis CTR Joinville
ESSENCIS Incineração
Essencis Soluções Ambientais S/A.
ESTRE - Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda.
ESTRE CDR Pedreira
ESTRE CGR Guatapará
ESTRE CGR Itapevi
ESTRE CGR Paulínia
ESTRE CGR Piaçaguera
ESTRE CGR Romeiros
ETEO - Empresa de Transmissão de Energia do Oeste
ETEP - Empresa Paraense de Transmissão de Energia S/A
Eucatex S/A Indústria e Comércio
Evrecy Participações Ltda
Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental
FATMA - Fundação do Meio Ambiente/SC
FBOMS - Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente/MG
Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - Gestão e Tecnologia - Gerência de Meio Ambiente
FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente/RJ
FEMACT - Fundação Estadual do Meio Ambiente, Ciência & Tecnologia/RR
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental/RS
Ferrari Termoelétrica S/A
FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
Forty Construções e Engenharia LTDA
Fórum Baiano de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade
Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas
Fórum Catarinense de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade
Fórum Cearense de Mudanças Climáticas
Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e Biodiversidade Tocantins
Fórum Gaúcho de Mudanças Climáticas
Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas Globais
Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas
Fórum Paulista de Mudanças Climáticas e Biodiversidade
Fórum Rio de Mudanças Climáticas Globais
FOSFERTIL – Fertilizantes Fosfatados S/A
Foz do Chopim Energética Ltda.
FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais
Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz
Fundação Getúlio Vargas - FGV
Funil Energia S.A.
FURNAS Centrais Elétricas S/A
GALERA Centrais Elétricas S/A
GEOKLOCK - Consultoria e Engenharia Ambiental Ltda. - Departamento de Engenharia Ambiental
Geomap Ltda.
GERA - Geradora de Energia do Amazonas S/A
Geraoeste Usinas Elétricas do Oeste S/A
Gerdau Aço Minas
Global Defense Systems Ltda
Goiasa Goiatuba Álcool Ltda
Governo do Estado da Bahia- Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Governo do Estado de Minas Gerais - Fundação Estadual do Meio Ambiente
Governo do Estado do Espírito Santo - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA
Governo do Estado do Paraná - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Governo do Estado do Rio de Janeiro - Secretaria de Estado do Ambiente - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - Grupo Leão & Leão
Grupo Plantar
Guarantã Energética Ltda
GVces - Centro de Estudos em Sustentabilidade/FGV
Hidroluz Centrais Elétricas Ltda
Hidropower Energia S/A
HIDROSSOL – Hidroelétricas Cassol Ltda.

parte-0.indd 37 10/23/10 1:36 AM

HOLCIM
HPT - Torres de Resfriamento - Tratamento de Água e Efluentes
IABr - Instituto Aço Brasil
IAP - Instituto Ambiental do Paraná/PR
IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal - Área de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA - Instituto de Defesa do Meio Ambiente/RN
IEA - Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo
IEF - Instituto Estadual de Florestas/RJ
IEF – Instituto Estadual de Florestas/MG
IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente
Iguaçu Energia
IMA - Instituto do Meio Ambiente/AL
IMASUL - Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul
Inidiavai Energética S/A
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama
Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE/USP
Instituto de Física - IF/USP
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA
Instituto de Zootecnia – APTA (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Nutrição Animal e Pastagens)
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA
Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas – INCT/Clima
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Instituto Virtual de Mudanças Globais - IVIG/UFRJ
Interligação Elétrica de Minas Gerais S/A
International Council for Local Environmental Initiatives - ICLEI Brasil
International Paper do Brasil Ltda
INVESTCO S/A
IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica
Irara Energética S/A
Isamu Ikeda Energia S/A
Itaipu Binacional
Itamarati Norte S/A Agropecuária
ITAMBÉ - Cia. de Cimento Itambé
Itapebi Geração de Energia S/A
Itiquira Energética S/A
Jaguari Energética S/A
Jataí Energética S/A.
Jotagê Engenharia Comércio e Incorporações Ltda
Klabin S/A
Konus Icesa S/A
LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
LDC Bioenergia S/A., Unidade Giasa
LDC Bioenergia S/A., Unidade Lagoa da Prata
LDC Bioenergia S/A., Unidade Leme
LDC Bioenergia S/A., Unidade Rio Brilhante
Light Energia
Light Serviços de Eletricidade S/A.
LIMPEC - Limpeza Pública de Corações
Limpel - Limpeza e Engenharia Ltda
Linha Emília Energética S/A
Litucera Limpeza e Engenharia Ltda
Locanty Com. Serviços Ltda
Locavargem Ltda
Logos Engenharia S/A.
Ludesa Energética S/A.
Luftech - Soluções Ambientais
Lumbrás Energética S/A
LUMITRANS Companhia de Transmissão de Energia Elétrica
Lwarcel Celulose Ltda
Macedo Passos Consultoria em Informática Ltda.- ME
Maqbrit Comércio e Indústria de Máquinas Ltda
Marca Ambiental Ltda. - Gerenciamento e Tratamento de Resíduos
MAUÉ S/A Geradora e Fornecedora de Insumos
MB Engenharia e Meio Ambiente Ltda
Mega Automação Industrial Ltda
Millennium Central Geradora Eólica S/A
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA
Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT
Ministério da Defesa - MD
Ministério da Fazenda - MFaz
Ministério da Integração Nacinal – MI
Ministério de Minas e Energia - MME
Ministério da Saúde - MS
Ministério das Cidades - MCid
Ministério das Relações Exteriores – MRE
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC
Ministério do Meio Ambiente – MMA
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG
Ministério dos Transportes – MT
Miranda & Miranda – Assessoria e Consultoria em Informática Ltda.
MIZUME - Tecnologia de Tratamento de Esgoto
Monte Serrat Energética S/A.
Mosca Grupo Nacional de Serviços Ltda
Multi Serviços Tecnologia Ambiental Ltda
NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins
NEPA/UNICAMP - Núcleo de Estudos em Proteção Ambiental

parte-0.indd 38 10/23/10 1:36 AM

Nordeste Transmissora de Energia
Novatrans Energia S/A.
NOVELIS DO BRASIL LTDA
Novo Mundo Energética SA
OMBREIRAS Energética S/A
Ônix Geração de Energia S/A
Ouro Energética S/A
P&D Consultoria
Pampeana Energética S/A
Pantanal Energética Ltda.
Paranatinga Energia S/A
PePeC Ambiental - Consultoria em Meio Ambiente
Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS
Pilkington Brasil Ltda.
Pioneira Saneamento e Limpeza Urbana Ltda
Pioneiros Termoelétrica Sud Mennucci S.A.
Planalto Energética S/A
Plena Transmissoras
Ponta Grossa Ambiental Ltda
PRANA - Assessoria e Gestão Ambiental
Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu - EMLURB - Empresa Municipal de Limpeza Urbana
Prefeitura da Estância Turística de Ibiúna
Prefeitura da Estância Turística de Salto - Secretaria da Indústria, Comércio e Agricultura
Prefeitura Municipal de Marília - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente
Prefeitura Municipal de Saltinho
Prefeitura Municipal de São Paulo - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente
Prefeitura Municipal de Volta Redonda - Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente
Primaverda Energia S/A
PROCLIMA RN
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL/ELETROBRÁS
Programa Nacional do Uso Racional de Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET/PETROBRAS
PROGUIMA Processamento de dados Ltda. – ME
PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Instituição FINEP)
PUC-RS Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
QUALIX - Aterro Sanitário Sítio São João
QUALIX Serviços Ambientais Ltda.
Queiroz Galvão Energética S/A
Quimatec Produtos Químicos
Quitaúna-Serviços S/C Ltda
Raia & Coelho Ltda. - Consultoria em Tratamento de Lixo
Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima
REFAP S.A
RENOVA Soluções - Centro de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu
Retiro Velho Energética S/A
RGE - Rio Grande Energia S/A
Riachão Energética S/A
Riacho Preto Energética S/A
Rialma Companhia Energética III S/A
Rialma Companhia Energética S/A
RIMA Industrial S/A
Rio do Sangue Energia S/A
Rio Glória Energética S/A
Rio Manhuaçu Energética S/A
Rio PCH – Neoenergia
Rio Pomba Energética S/A
Rio Sucuriu Energia S/A
Rio Verde Energia S/A
Rodnei Cassiano Todorow – ME
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SADIA S/A. - Sustentabilidade
Salto Jauru Energética S/A
Samarco Mineração
SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A
SANEATINS - Companhia de Saneamento do Tocantins
SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná
Sanepav Engenharia, Saneamento e Pavimentação Ltda
SANESUL - Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul
SANSUY S/A Indústria de Plásticos
Santa Candida Açúcar e Alcool Ltda.
Santa Cruz Geração de Energia S/A
Santa Cruz Power Corporation Usinas Hidroelétricas
Santa Cruz S.A. Açúcar e Álcool
Santa Fé Energética S/A
Santa Gabriela Energética S/A
São Joaquim Energia S/A
São Pedro Energia S/A
São Simão Energia S/A
SAR - Superintendência de Aeronavegabilidade
Sarpi - Sistemas Ambientais Comercial Ltda
SASA - Sistemas Ambientais - ONYX
SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina
Scheide & Costa Ltda.
SDS - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável/SC
SDS - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/AM
SEA - Secretaria de Estado do Ambiente/RJ
SEAMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/ES
Secretaria de Meio Ambiente, Cidades, Planejamento e Tecnologia/MS
Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Instituto Geológico

parte-0.indd 39 10/23/10 1:36 AM

SECTMA - Secretaria de Ciência & Tecnologia e Meio Ambiente/PE
SECTMA - Secretaria de Ciência & Tecnologia e do Meio Ambiente/ PB
SEDAM - Secretaria de Desenvolvimento Ambiental/RO
SELURB - Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana
SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais/AC
SEMA - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais /MA
SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PR
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/AP
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/MT
SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS
SEMA - Secretaria Executiva de Ciência & Tecnologia e Meio Ambiental/PA
SEMACE - Superintendência do Meio Ambiente/CE
SEMAD - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/MG
SEMAR - Secretaria Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PI
SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos/SE
SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/BA
SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/GO
SEMARH - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos/AL
SEMASA - Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - Departamento de Resíduos Sólidos
SENAI CIC/CETSAM PR - Centro de Tecnologia em Saneamento e Meio Ambiente
SEPLAN - Secretaria de Planejamento/TO
SERQUIP Serviços, Construções e Equipamentos Ltda
Serra Negra Energética S/A
Sestini & Sestini Ltda. – ME
Siderúrgica Barra Mansa S/A
SIECESC - Sindicato da Indústria da Extração do Carvão de Santa Catarina
Silcon Ambiental Ltda
SILCON Comercial em Santos
SILCON PTR Comércio e Administração
SILCON PTR Esprírito Santo
SILCON PTR Juquiá
SILCON PTR Mauá
SILCON PTR Paulínia
SILCON PTR Santos
SIR - Sindicato Nacional da Indústria de Refratários
Sistema de Transmissão Nordeste
SMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/ SP
SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SOMA - Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente/CE
SPE Alto Irani Energia S/A
SPE Plano Alto Energia S/A
STC - Sistema de Transmissão Catarinense S/A
Stemag Engenharia e Construções Ltda
STERLIX Ambiental Tratamento de Resíduos Ltda
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente/PB
SUEZ AMBIENTAL
Sul Transmissora de Energia
Suzano Papel e Celulose
Tangará Energia S/A
TB Serviços, Transporte, Limpeza, Gerenciamento e Recursos Humanos Ltda
TECIPAR
TECIPAR Com. e Adm.
TECIPAR Engenharia e Meio Ambiente Ltda
Tecna Sistemas Ltda. - ME
Tecno Lara Tratamento de Efluentes
Tecnometal Engenharia e Construções Mecânicas Ltda
Termocabo S/A
Termoelétrica Itaenga Ltda
Termopernambuco S/A
Terraplena Ltda
The Nature Conservancy - TNC
Tocantins Energética S/A
Torre Empreendimento Ltda
Tractebel Energia S/A
TRANSFORMA - Engenharia do Meio Ambiente
Trans-lix Transportes e Serviços Ltda
Transmissora Sudeste Nordeste S/A
Transresíduos Transportes de Resíduos Industriais Ltda
TRIBEL
TRIBEL Comercial em São Paulo
TRIBEL Tratamento de Resíduos Industriais de Belford Roxo Ltda
Tupan Energia Elétrica S/A
UGMC - Unidade Gestora de Mudanças Climáticas e Unidades de Conservação
Uirapuru Transmissora de Energia S/A
UNESP - Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias)
União da Indústria de Cana-de-açúcar – Única
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UNIFACS - Universidade Salvador - Bahia
Unileste Engenharia S/A
Universidade de São Paulo – Pirassununga
Universidade de São Paulo - USP
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

parte-0.indd 40 10/23/10 1:36 AM

URBAM - Urbanizadora Municipal S/A
USIAN Barralcool S/A
USIAN Cururipe Açúcar e Álcool S/A
USIAN de Açúcar Santa Terezinha – Tapejara
USIMINAS - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A
Usina Alta Mogiana S/A Açúcar e Álcool
Usina Alto Alegre S/A
Usina Barra Grande de Lençóis S/A
Usina Boa Vista
Usina Cerradinho Açúcar e Álcool
Usina Colombo S/A Açúcar e Álcool
Usina Mandu S/A
Usina Petribú S/A
Usina Santa Adélia S/A
Usina Santa Isabel
Usina São Domingos-Açúcar e Álcool S/A
Usina São Luiz S/A
Usina São Martinho
Usina Termelétrica Norte Fluminense S/A
Usina Termo Elétrica Iolando Leite Ltda
USP - Faculdade de Saúde Pública
USP - Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz" – ESALQ - Departamento de Produção Animal)
UTE Termocabo
V&M -Vallourec e Mannesmann Tubes
Vale dos Ventos Geradora Eólica S/A
VALE
VALE SUL
Várzea do Juba Energética S/A
Vega Engenharia Ambiental S/A
Vêneto Energética S/A
VEOLIA Administração
VEOLIA Resicontrol
VEOLIA Sasa
Veracel Celulose S/A
Viasolo Engenharia Ambiental S/A
Vista Alegre Açúcar e Álcool Ltda
Vital Engenharia Ambiental S/A
Viva Ambiental e Serviços Ltda
Votorantim Cimentos Brasil
Votorantim Cimentos N/NE S/A
Votorantim Metais
Votorantim Metais Zinco S/A
VSB - Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil
WHITE MARTINS/PRAXAIR
Zona da Mata Geração S/A

parte-0.indd 41 10/23/10 1:36 AM

Símbolos, siglas e abreviaturas

a.a – ao ano
AAE – Agência para Aplicação de Energia
ABAL - Associação Brasileira do Alumínio
ABC – Academia Brasileira de Ciências
ABC/MRE – Agência Brasileira de Cooperação/Ministério das Relações Exteriores
ABCM – Associação Brasileira do Carvão Mineral
ABEER – Associação Brasileira de Energia Renovável e Eficiência Energética
ABEGÁS - Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado
ABEMA - Associação Brasileira das Entidades de Meio Ambiente
ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABIA - Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café
ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria
ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química
Abn Amro Real (*Algemene Bank Nederland; Amsterdam-Rotterdam Bank*) – Banco Geral dos Países Baixos
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC – Associação Brasileira dos Produtores de Cal
ABRABE - Associação Brasileira de Bebidas
ABRAFE - Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico
ABRASCO – Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AC – Acre
ACSYS (*Arctic Climate System Study*) – Estudo do Sistema do Clima Ártico
AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
AIACC (*Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change*) – Avalição de Impactos e Adaptação à Mudança do Clima
AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
AIE - Agência Internacional de Energia
AL - Alagoas
Al_2O_3 - alumina
ALADI – Associação Latino-Americana de Integração
ALALC – Associação Latino-Americana de Livre Comércio
Albras – Alumínio Brasileiro S.A
Alumar – Consórcio de Alumínio do Maranhão
AM – Amazonas
AMC (*Atmospheric Mesoscale Campaign*)
AMS - Assitência Médico Sanitarista
ANA – Agência Nacional de Águas
ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
ANAMMA - Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente
AND – Autoridade Nacional Designada
ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos
ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres
AP – Amapá
APA – Áreas de Proteção Ambiental
AR4 – *IPCC Fourth Assessment Report*
AREBOP – Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas
ARGOS (*Advanced Research and Global Observation Satellite*) – Satélite de Pesquisa Avançada e Observação Global
ARIE – Áreas de Relevante Interesse Ecológico
ARPA – Áreas Protegidas da Amazônia
ASTM (*American Society for Testing Materials*) – Sociedade Americana para Ensaio de Materiais
Atlas (*Autonomous Temperature Line Aquisition System*)
B2 – Biodiesel 2%
B5 – Biodiesel 5%
BA - Bahia
BAMS (*Bulletin of the American Meteorological Society*) – Boletim da Sociedade Americana de Meteorologia
BANIF – Banco Internacional do Funchal
BASA - Banco da Amazônia S.A.
BB - Banco do Brasil S.A.
bbl – barril de petróleo
BEN - Balanço Energético Nacional
bep – barril equivalente de petróleo
BEU - Balanço de Energia Útil
BIG - Banco de Informações de Geração
BIG-GT (*Biomass Integrated Gasification - Gas Turbine*) – Gaseificação Integrada de Biomassa - Turbina a Gás
BM – Banco Mundial
BMF&F – Bolsa de Valores, Mercadorias & Futuros de São Paulo
BNB - Banco do Nordeste do Brasil S. A.
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
BR – Brasil

parte-0.indd 42 10/23/10 1:36 AM

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel
BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modelling System*) – Sistema Brasileiro de Modelagem Atmosférica Regional
BTU (*British Thermal Unit*) - Unidade térmica Britânica
C - carbono
C_2F_6 – hexafluoretano
C40 – Grupo de grandes cidades mundiais compromissadas a combater a mudança do clima
CaC_2 - carbureto de cálcio
$CaCO_3$ – calcário
CAF – Corporação Andina de Fomento
CAN – Comunidade Andina
CANAMBRA - Consórcio de Consultores Canadenses, Norte-americanos e Brasileiros
$Ca(OH)_2$ - cal hidratada
CAP – circunferência à altura do peito
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAR - Cadastramento Ambiental Rural
CATHALAC (*Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe*)
CATIE (*Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza*)
CATT (*Coupled Aerosol and Tracer Transport model*)
CBA – Companhia Brasileira de Alumínio
CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*)
cc – centímetro cúbico
CC – Comitê Científico
CCC – Conta de Consumo de Combustíveis
CCD (*charge-coupled device*)
CCIR - Certificado de Cadastro de Imóvel Rural
CC-LBA – Comitê Científico do LBA
CCP (*Cities for Climate Protection*) – Cidades pela Proteção do Clima
CCS (*Carbon Capture and Storage*) – Captura e armazenamento de carbono
CCST – Centro de Ciência do Sistema Terrestre
CDB – Certificado de Depósito Bancário
CDE - Conta de Desenvolvimento Energético
CDM - *Clean Development Mechanism*
CE – Ceará
CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEF - Caixa Econômica Federal
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica
CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais
CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CENAL – Comissão Nacional do Álcool
CENBIO – Centro de Referência em Biomassa
CENPES – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez
CEPAC – Centro de Pesquisas sobre Armazenamento do Carbono
CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e Caribe
CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CERPCH – Centro de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CET - Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CF_4 – tetrafluormetano
CFCs – clorofluorcarbonos
CFE - Consumo Final de Energia
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CGMC – Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima
CH_4 – metano
CHO – Aldeídos
CI – Conservação Internacional
CIDE – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIDES – Comissão Interministerial de Desenvolvimento Sustentável
CIIFEN (*Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*) – Centro Internacional para a Investigação do Fenômeno El Niño
CIM – Comitê Interministerial de Mudança Global do Clima
CIMA – Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool
CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna selvagem e Flora
CLAIRE (*Cooperative LBA Airborne Regional Experiment*)
CLIMAPEST – Impactos das Mudanças Climáticas Globais sobre Problemas Fitossanitários
CLIVAR (*Research Program on Climate Variability and Predicability for 21st Century*) – Programa de Pesquisa sobre Variabilidade e Previsibilidade Climática para o Século 21
cm - centímetro
CMN – Conselho Monetário Nacional
CMP (*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol*) – Conferênica das Partes na qualidade de Reunião das Partes no Protocolo de Quioto
CNAL – Conselho Nacional do Álcool
CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNFP - Cadastro Nacional de Florestas Públicas
CNIJMA – Conferência Nacional Infanto-juvenil pelo Meio Ambiente
CNMA – Conferência Nacional de Meio Ambiente
CNP – Conselho Nacional do Petróleo
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

parte-0.indd 43 10/23/10 1:36 AM

CNT - Confederação Nacional do Transporte
CO – monóxido de carbono
CO_2 – dióxido de carbono
COc – monóxido de carbono corrigido
CO_2e - CO_2 equivalente
COELBA – Companhia Elétrica da Bahia
COELCE – Companhia Elétrica do Ceará
COFA – Comitê Orientador do Fundo Amazônia
COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COGEN – Associação da Indústria de Cogeração de Energia
COIAB – Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira
Comar - Comitê Metropolitano do Ar Limpo
COMGAS – Companhia de Gás de São Paulo
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
Conapa – Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas
Confea – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CONPET – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSERVE – Programa de Uso Eficiente da Energia
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
COP (*Conference of the Parties*) – Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
COPEL – Companhia Elétrica do Paraná
COPERSUCAR – Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo
COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da UFRJ
COPPETEC – Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
CORINAIR – Inventário de Emissões Atmosféricas para a Europa
CP (*Conference of the Parties*) – Conferência das Partes
CPC – Centro Polar e Climático
CPDS – Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 21 Nacional
CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz
CPLP – Comunidade de Países de Língua Portuguesa
CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE
CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CRESESB – Centro de Referência em Energia Solar e Eólica
CRN (*Collaborative Research Network Program*) – Rede Colaborativa de Pesquisa
CSI - *Cement Sustainability Initiative*
CSIR (*Council for Scientific and Industrial Research*) – Conselho para a Pesquisa Científica e Industrial
CSP (*Concentrated Solar Power*) – Energia Solar Concentrada
CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação
CTA - Centro Técnico Aeroespacial
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
CTBE – Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol
CTC – Centro de Tecnologia Copersucar
CTFA – Comitê Técnico do Fundo Amazônia
CTL - *Coal-to-liquid*
CT-Petro - Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural
d – dia
DAP - diâmetro à altura do peito
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DCP – Documento de Concepção de Projeto
DEA - Diethanolamine
DEGRAD - Mapeamento de Áreas Degradadas
DEPV – Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DETER – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
DETEX – Projeto de Mapeamento de Ocorrências de Exploração Seletiva de Madeira
DETRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DF – Distrito Federal
DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha
DIS (*Data and Information Sytem*) – Sistema de Dados e Informações
DMC (*Disaster Monitoring Constellation*) –
DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA - Divisão Político-Administrativa do Brasil
DSS – relacionado à soja
e&e – Economia e Energia
E&P - Exploração e Produção
E. S. C - Ciclo Europeu em Regime Constante
E.L.R. - Ciclo Europeu de Resposta em Carga
E.T.C. - Ciclo Europeu em Regime Transiente
E22 - Gasolina misturada com 22% de etanol
EC – European Community
ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*)
ECO – Módulo LBA-ECO
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EIRD – Estratégia Internacional de Redução de Desastres
EJA – Educação de Jovens e Adultos
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
Eletronuclear - Eletrobras Termonuclear S.A.
ELETROPAULO – Eletricidade de São Paulo S.A.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

parte-0.indd 44 10/23/10 1:36 AM

EMTU/SP - Empresa Metropolitana de Transporte Urbano de São Paulo
ENOS – *El Niño* Oscilação Sul
ENSO (*El Niño Southern Oscilation*) – *El Niño* Oscilação Sul
EOD – Entidade Operacional Designada
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPS - espumas de poliestireno
ES – Espírito Santo
ESCO's (*Energy Saving Companies*) – Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ESEC – Estações Ecológicas
ESF – Estratégia Saúde da Família
ESSP (*Earth System Science Partnership*) – Parceria do Sistema de Ciências da Terra
Etanol E100 - 100% Etanol Hidratado
EUA – Estados Unidos da América
EUSTACH (*European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry*)
EVAP (*Evaporative Emission Control*)
FAB – Força Aérea Brasileira
FACEPE – Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
FAO (*Food and Agriculture Organisation*) – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação
FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAPESPA – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará
FAPEX – Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão
FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FBMC – Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
FBOMS - Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais
FBPN - Fundação O Boticário de Proteção à Natureza
FCCC (*Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima
FEALQ – Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz
Febraban – Federação Brasileira de Bancos
FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FETRANSPOR – Federação de Transportes de Passageiros Urbanos do Estado do Rio de Janeiro
FGV/SP – Fundação Getúlio Vargas/São Paulo
FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) - Federação Internacional de Futebol
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
FLONA's – Florestas Nacionais
FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FNDF - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal
FNMA - Fundo Nacional do Meio Ambiente
FNMC – Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
FOB (*Free on Board*) – Livre a Bordo (Uma modalidade de comércio)
FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*)
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
Funatura - Fundação Pró – Natureza
Funbio - Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais
FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia
Fundo InfraBrasil – Fundo de investimento em infra-estrutura com sistema de gestão ambiental
FURNAS – Furnas Centrais Elétricas S.A.
g – grama
G-7 – Grupo dos Sete
GAIM (*Global Analysis, Integration, and Modelling*) – Análise Global, Interpretação e Modelagem
GCE - Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
GCM's (*general circulation models*) – modelos de circulação geral
GCOS (*Global Climate Observing System*) – Sistema de Observação do Clima Global
GCTE (*Global Change and Terrestrial Ecosystems*) – Mudança Global e Ecossistemas Terrestres
GEE – Gases de Efeito Estufa
GEF (*Global Environment Facility*) – Fundo Global para o Meio Ambiente
GESis - Gestão Estratégica de Sistemas Agroindustriais
GEWEX (*Global Energy and Water Cicle Experiment*) – Experimento dos Ciclos Globais de Água e Energia
GEx – Grupo Executivo sobre Mudança do Clima
Gg – gigagrama (10^9g ou mil toneladas)
GISS (*Goddard Institute for Space Studies*) – Instituto Goddard de Estudos Espaciais
Gj – Gigajoule
GLP - Gás Liquefeito de Petróleo
GNL – Gás Natural Líquido
GO – Goiás
GOALS (*Global Ocean-Atmosphere-Land System*) – Sistema Global Oceano-Terra-Atmosfera
GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*)
GOF-UK – Governo Britânico
GOOS (*Global Ocean Observing System*) – Sistema de Observação Oceânica Global
GPC (*Global Producing Center*) – Centro Produtor Global
GPM (*Global Precipitation Measurement*) – Mensuração de Precipitação

parte-0.indd 45 10/23/10 1:36 AM

GT – Grupo de Trabalho
GTA – Grupo de Trabalho Amazônico
GTI - Grupo de Trabalho Interministerial
GTL - *Gas-to-Liquid*
GTP - *Global Temperature Potential*
GTZ - Agência de Cooperação Técnica Alemã
GW – gigawatt
GWh – gigawatt hora
GWP (*Global Warming Potential*) – Potencial de Aquecimento Global
GWSP (*Global Water System Project*)
h – hora
H_2SO_4 - ácido sulfúrico
ha – hectare
hab – habitantes
H-Bio – Tecnologia Petrobrás para Produção de Óleo Diesel Renovável
HC – hidrocarboneto
HCFCs – hidroclorofluorcarbonos
HCFC-22 – hidroclorofluorcarbono-22
HDT - Unidades de Hidrotratamento
HEAT - (*Harmonized Emissions Assessment Tool*)
HFC-134a - hidrofluorcarbono-134a
HFC-23 – hidrofluorcarbono-23
HFCs – hidrofluorcarbonos
HNO_3 - ácido nítrico
HRC (*High Resolution Camera*)
HS – Hemisféro Sul
HSBC (*Hong Kong and Shangai Banking Corporation*) – Corporação Bancária de Hong Kong e Xangai
I/M – Inspeção e Manutenção de Veículos
IABr – Instituto Aço Brasil
IAC - Instituto Agronômico de Campinas
IAEA - *International Atomic Energy Agency*
IAG – Instituto de Astronomia, Geofísicas e Ciências Atmosféricas
IAI – Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais
IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBAS – Índia, Brasil e África do Sul
IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBIS (*Integrated Biosphere Simulator*)
ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*) – Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICP – *International Comparison Programme*
ICSU – Conselho Internacional das Uniões Científicas
IDB – Indicadores e Dados Básicos do Brasil
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEA (*International Energy Agency*) – Agência Internacional de Energia
IEA/USP – Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo
IES – Instituições de Ensino Superior
IFC (*International Finance Corporation*) – Coorporação Financeira Internacional
IGAC (*International Global Atmospheric Chemistry*) – Química Atmosférica Global Internacional
IGBP - *International Geosphere-Biosphere Programme*
IGCC - *Integrated Gasification Combined Cycle*
ILAFA – *Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero*
IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INB - Indústrias Nucleares do Brasil
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
INEA - Instituto Estadual do Ambiente
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INLAND (*Integrated Land Model*) – Modelo componente de superfície
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPA – Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS – Índice de Oscilação Sul
IOUSP – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo
IPAM – Instituto de Pesquisas da Amazônia
IPCC (*Intergovernmnetal Panel on Climate Change)* - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
IQE – Índice Municipal de Qualidade Educacional
IRD (*Institut de recherche pour le développement*) – Instituto de Pesquisas para o Desenvolvimento
ISA – Instituto Sócio Ambiental
ISE – Índice de Sustentabilidade Empresarial
ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
IVC – Índice de Vulnerabilidade Climática
IVD – Índice de Desertificação
IVED – Índice de Vulnerabilidade Econômico-Demográfico
IVG - Índice de Vulnerabilidade Geral
IVS – Índice de Vulnerabilidade de Saúde

parte-0.indd 46 10/23/10 1:36 AM

IVSE – Índice de Vulnerabilidade Sócioeconômica
JBIC (*Japan Bank for International Cooperation*) – Banco Japonês para Cooperação Internacional
JMA (*Japan Meteorological Agency*) – Agência Meteorológica Japonesa
kcal – quilocaloria
KfW - Banco de Crédito para a Reconstrução e o Desenvolvimento Alemão
kg – quilograma
km – quilômetro
km^2 – quilômetro quadrado
kmLC – quilômetro de linha de costa
kW – quilowatt
kWh – quilowatt-hora
kWp – quilowatt - pico
KWU (*Kraftwerk Union A.G.*)
l ou L – litro
LAMEPE – Laboratório de Meteorologia de Pernambuco
LANDSAT – *Land Remote Sensing Satellite*
lb - libra
LBA – Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia
LC – linha de costa
LDB - Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional
LDCs (*Least Developed Countries*) – Países Menos Desenvolvidos
LFC – lâmpadas fluorescentes compactas
LGN – líquido de gás natural
LPB (*La Plata Basin*) – Bacia do Prata
LUCF - *Land-use change and forestry*
m – metro
M – milhão
m^2 – metro quadrado
m^3– metro cúbico
MA – Maranhão
MAA – média aritmética anual
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MBSCG – Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global
MCid – Ministério das Cidades
MCR – Modelo Climático Regional
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
mdc – máximo divisor comum
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDT – Modelo Digital de Terreno
MEA – *Monoethanolamine*
MEC – Ministério da Educação e do Desporto
MERCOSUL – Mercado Comum do Cone Sul
METEOSAT – Satélites Meteorológicos Geoestacionários Operados por EUMETSAT
MF – Ministério da Fazenda
mg – miligrama
MG – Minas Gerais
MGA – média geométrica anual
$MgCO_3$ – dolomita
MI – Ministério da Integração Nacional
MIC – Ministério da Indústria e Comércio
MICT - Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo
MJ – megajoules
MJ – Ministério da Justiça
mm – milímetro
mm/dia – Milímetros por dia
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
MN - Monumentos Naturais
MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*)
MOM - Massa em Ordem de Marcha
MP – material particulado
MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi
MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MRE – Ministério das Relações Exteriores
MS – matéria seca
MS – Mato Grosso do Sul
MT – Mato Grosso
MT – Ministério dos Transportes
MVC - cloreto de vinila
MVE - Massa do Veículo para Ensaio
MW – megawatt
MWh – megawatt hora
N - nitrogênio
N – Norte
n.a. (*not available*) – não disponível
nº - número
N_2O – óxido nitroso
Na_2CO_3 – barrilha
Na_3AlF_6 – criolita
NAMAs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions*) - Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas
NASA (*National Aeronautics & Space Administration*) –
NBR – Norma brasileira
nd – não disponível
NE – Nordeste
NH_3 – amônia
Nm^3 (*normal cubic meter*) – metro cúbico normal
NMHC – tabela proconve
NMVOC - (*Non-Methane Volatile Organic Compounds*) Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos
NNW – norte noroeste
NO – Noroeste
NO – óxido de nitrogênio

parte-0.indd 47 10/23/10 1:36 AM

NO_2 - dióxido de nitrogênio
NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) – Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EUA
NO_x – óxidos de nitrogênio
Nuclen - Nuclebras Engenharia
NUCLEP - Nuclebras Equipamentos Pesados S.A.
O_3 – ozônio
°C – graus celsius
OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM – Objetivo de Desenvolvimento do Milênio
OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OEG - Orientações Estratégicas do Governo
OEMA – Órgãos Executivos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente
OIE - Oferta Interna de Energia
OIEE - Oferta Interna de Energia Elétrica
OMM – Organização Meteorológica Mundial
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONG's – Organizações Não-Governamentais
ONS – Operador Nacional do Sistema
ONU – Organização das Nações Unidas
OOCP (*Oceans Observations Panel for Climate*)
OVEG – Programa Nacional de Energia de Óleos Vegetais
P & D – Pesquisa e Desenvolvimento
P,D&I - pesquisa, desenvolvimento e inovação
P.E.A. – população economicamente ativa
PA – Pará
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
PAGES (*Past Global Changes*) – Mudanças Globais Passadas
PAN-Brasil – Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PARNA's – Parques Nacionais
Pb – Chumbo
PB – Paraíba
PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem
PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PBT - Peso Bruto Total
PCD – Plataforma de Coleta de Dado
PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCI – poder calorífico inferior
PCPV – Planos de Controle da Poluição por Veículos em Uso
PCS - poder calorífico superior
PD – Projetos Demonstrativos
PD/A – Projetos Demonstrativos Tipo A
PD/I – Projetos Demonstrativos Indígenas
PDAC – Plano de Ação e Combate à Desertificação
PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação
PDEE – Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PE – Pernambuco
PEAD – Polietileno
PEBD - Polietileno de Baixa Densidade
PELBD - Polietilenos lineares de baixa densidade
PEM (*Proton Exchange Membrane*) – Membrana para Troca de Prótons
PEMFC (*Próton Exchange Fuel Cell*) - Célula a Combustível tipo Membrana Condutora de Prótons
PER - percloroetileno
PET – polietileno tereftalato
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.
PFC – perfluorcarbonos
PFMCG – Programa da FAPESP de Pesquisas em Mudanças Climáticas Globais
pH - potencial hidrogeniônico
PI – Piauí
PIA - Pesquisa Industrial Anual
PIA - Produtores Independentes Autônomos
PIB – Produto Interno Bruto
PIB/Capita – Produto Interno Bruto per capita
PICE – Programa de Integração e Cooperação Econômica
PIN - Programa de Integração Nacional
PIRATA (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*) – Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical
PIS – Programa de Integração Social
PLC (*Population per Length of Coastline*)
PM (*particulated material*) – material particulado
PMEL (*Pacific Marine Environmental Laboratory*) – Laboratório Ambiental Marinho do Pacífico
PNA (*Pacific North America*) – América do Norte/Pacífico
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNE - Plano Nacional de Energia
PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental
PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNLT - Plano Nacional de Logística de Transportes
PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNMC – Plano Nacional sobre Mudança do Clima
PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PNQA - Plano Nacional da Qualidade do Ar
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - IBGE
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
POAG – Plano de Otimização de Gás
Poloamazônia - Programas de Pólos Agropecuários e Agrominerais na Amazônia
PPA – Plano Plurianual
PPC – Paridade de Poder de Compra
PPCDAM - Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCerrado – Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
PPG7 – Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil

parte-0.indd 48 10/23/10 1:36 AM

ppm – partes por milhão
ppmv – partes por milhão em volume
PPT – Plano Prioritário de Geração Termelétrica
PR – Paraná
PRECIS (*Providing REgional Climates for Impacts Studies*)
PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
PRI (*Principles for Responsible Investment*) – Princípios do Investimento Responsável
PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool
PROANTAR – Programa Antártico Brasileiro
PROARCO – Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal
PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica
PROBIOAMAZON - Programa de Produção de Biomassa Energética em Assentamentos do Incra na Amazônia em Micro e Pequenas Propriedades Rurais
PROBIODIESEL – Programa Brasileiro de Biocombustíveis
ProCaC - Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas de Células a Combustível
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
Proclima – Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste
PROCLIMA-SP – Programa Estadual de Mudanças Climáticas Globais de São Paulo
PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PRODES – Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira
PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica
ProH_2 - Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PROMOT – Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
PRONACOP - Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial
PRONAF - Programa Nacional de Agricultura Familiar
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PRONEA – Programa Nacional de Educação Ambiental
Pro-Renova – Programa Estruturado de Apoio aos demais Países em Desenvolvimento na Área de Energias Renováveis
Proterra - Programa de Redistribuição de Terras e Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste
PROZON - Programa Brasileiro de Eliminação das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio
PTS – partículas totais em suspensão
PUC/MG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
PY – Paraguai
R$ - Reais
RAINFOR – Rede Amazônica de Inventários Florestais
RAL - Relatório Anual de Lavra
RCCS (*Renewable Carbon Capture and Storage*) – Captura e armazenamento de carbono renovável
RCEs - Redução Certificada de Emissões
RCM (*Regional Climate Model*) – Modelo Climático Regional
REBIO – Reservas Biológicas
REDD (*Reduction of Emissions from Degradation and Deforestation*) - Redução de Emissões de Degradação e Desmatamento
Rede Elo – Rede de Cidades e Comunidades Modelo em Energias Renováveis Locais no Brasil
RegCM3 – Um modelo climático
Rejuma – Rede da Juventude pelo Meio Ambiente e Sustentabilidade
RELAC – Rede Lusofônica de Especialistas em *Alterações Climáticas*
Reluz – Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente
Res - reservatórios (área manejada)
RESEX – Reservas Extrativistas
Reuni – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
ReViS - Refúgios da Vida Silvestre
RGR – Reserva Global de Reversão
RIMA - Relatório de Impacto do Meio Ambiente
Rio 92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
RIOCC – Rede Iberoamericana de Mudança do Clima
RJ – Rio de Janeiro
RL – Reservas Legais
RN – Rio Grande do Norte
RO – Rondônia
RPPN – Reservas Particulares de Patrimônio Natural
RR - Roraima
RS – Rio Grande do Sul
RTF (*Rain Forest Trust Fund*) – Fundo Fiduciário para Florestas Tropicais
s – segundo
S – Sul
SACC – Consórcio internacional para o estudo das mudanças globais dos oceanos e do clima na América do Sul
SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SAEMC (*South American Emissions, Megacities and Climate*) – Emissões, Megacidades e Clima da América do Sul
SBI (*Subsidiary Body for Implementation*) – Órgão Subsidiário de Implementação
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SBR - Borracha de butadieno estireno
SBSTA (*Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*) – Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico da Convenção

parte-0.indd 49 10/23/10 1:36 AM

SC – Santa Catarina
SC – Sistemas Conectivos
SCAF – Simulação de Cenários Agrícolas Futuros a partir de Projeções de Mudanças Climáticas Regionalizadas
SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*) – Comitê Científico de Pesquisa Antártica
SCD – Satélite de Coleta de Dados
SCOPE (*Scientific Committee on Problems of the Environment*) – Comitê Científico sobre Problemas do Meio-Ambiente
SE – Sergipe
SE – Sudeste
SECAD – Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade
SECIRM – Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SF6 – hexafluoreto de enxofre
SFB - Serviço Florestal Brasileiro
SGBD – Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados
Si – Silício
SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIGEA - Sistema Informatizado de Gestão de Emissões Atmosféricas
SIN - Sistema Integrado Nacional
SINDIFER – Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais
SINDIPAN - Sindicato da Indústria de Panificação e Confeitaria de São Paulo
SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro
SISMADEN – Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLAPR – Sistema de Licenciamento Ambiental e Propriedades Rurais
SMA – Secretaria do Meio Ambiente
SMOC – Sistema Mundial de Observação do Clima
SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SO – Sudoeste
SO_2 – dióxido de enxofre
SO_3 - trióxido de enxofre
SOFC (*Solid Oxid Fuel Cell*) - Células a Combustível de Óxidos Sólidos
SOSMA – SOS Mata Atlântica
SO_X – óxidos de enxofre
SP – São Paulo
SPARC (*Stratospheric Processes And their Role in Climate*) – Processos Estratosféricos e seu Papel no Clima
SPC&T – Subprograma Ciência e Tecnologia
SPE/WSP (*Society of Petroleum Engineers/World Petroleum Congress*)
SREX (*Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*) – Relatório de Extremos Climáticos e Gerenciamento de Riscos
SRHU - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SSE – sul sudeste
ssp – espécies
START – Sistema de Mudança Global para Análise, Pesquisa e Treinamento
SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
Sudene – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SUS – Sistema Único de Saúde
SW – sudoeste
t – tonelada
T&D - Transmissão e Distribuição
TCA - Tratado de Cooperação Amazônica
tCO_2e/ano – toneladas de dióxido de carbono equivalente por ano
TEC – Tarifa Externa Comum
tep – tonelada equivalente de petróleo
TERRA (*Satellilte from The Earth Observing System*) – Satélite do Sistema de Observação da Terra
Tg – teragrama (10^{12} g ou um milhão de toneladas)
Tj – Terajoule
TM/Landsat – Sensor de mapeamento temático do satélite Landsat
TNC (*The Nature Conservancy*)
TO – Tocantins
TOGA (*Tropical Ocean Global Atmosphere*) – Experimento Oceano Tropical e Atmosfera Global
ton - tonelada
TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)
TWh – terawatt-hora
U_3O_8 – urânio
UAM (*Unibanco Asset Management*)
UCs – Unidades de Conservação
UE – União Européia
UF – Unidade da Federação
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
UFF – Universidade Federal Fluminense
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UGH - Unidades de Geração de Hidrogênio

parte-0.indd 50 10/23/10 1:36 AM

UHE - Usina Hidrelétrica de Energia
UnB – Universidade de Brasília
UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*) – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNEP (*United Nations Environment Programme*) – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNIBANCO – União de Bancos Brasilerios S/A
UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar
UNICAMP - Universidade de Campinas
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá
UPE – Universidade do Estado de Pernambuco
UPGN - Unidade de Processamento de Gás Natural
US (*United States*) – Estados Unidos da América
US$ – dólar norte-americano
USP – Universidade de São Paulo
UTE – Usina Termo Elétrica
UVIBRA - União Brasileira de Vitivinicultura
VIA – Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação
VN - valor normativo
VOC – Composto Organico Volátil
VS - sólidos voláteis
VSE – Vulnerabilidade Sócioeconômica
W (*West*) – Oeste
WFI (*Wireless Fidelity*)
WSA – *World Steel Association*
WSP (*World Petroleum Congress*) – Congresso Mundial de Petróleo
ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical
ZEE – Zoneamento Econômico Ecológico
µ – micro

parte-0.indd 51 10/23/10 1:36 AM

ÍNDICE GERAL

VOLUME I

PARTE I 57

1 PRIORIDADES DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL E REGIONAL 64
1.1 Caracterização do Território 64
1.2 Clima do Brasil 70
1.3 Economia 73
1.4 Desenvolvimento Social 76
1.5 Resumo das Circunstâncias Nacionais 92

2 MERCOSUL 96
2.1 Antecedentes, Objetivos e Características Principais 96
2.2 Estrutura Institucional 96
2.3 Indicadores Básicos do Mercosul 96

3 ARRANJOS INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A ELABORAÇÃO DA COMUNICAÇÃO NACIONAL EM BASES PERMANENTES 100
3.1 Marco Institucional 100

4 CIRCUNSTÂNCIAS ESPECIAIS 106
4.1 Biomas Brasileiros 106
4.2 Regiões de Ecossistemas Frágeis 114
4.3 Desertificação 115
4.4 Áreas de Alta Poluição Atmosférica Urbana 118
4.5 Dependência Externa de Petróleo e de seus Derivados. 119

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 121

PARTE II 127

1 INTRODUÇÃO 134
1.1 Gases de Efeito Estufa 134
1.2 Setores Inventariados 134

2 SUMÁRIO DAS EMISSÕES ANTRÓPICAS E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR GÁS 140
2.1 Emissões de Dióxido de Carbono 140
2.2 Emissões de Metano 142
2.3 Emissões de Óxido Nitroso 144
2.4 Emissões de Hidrofluorcarbonos, Perfluorcarbonos e Hexafluoreto de Enxofre 146
2.5 Gases de Efeito Estufa Indireto 147

3 EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR SETOR 157
3.1 Energia 157
3.2 Processos Industriais 185
3.3 Uso de Solventes e Outros Produtos 205

parte-0.indd 52 10/23/10 1:36 AM

3.4 Agropecuária 211
3.5 Mudança do Uso da Terra e Florestas 225
3.6 Tratamento de Resíduos 252

4 INCERTEZA DAS ESTIMATIVAS 260
4.1 Incerteza das Estimativas de Emissões e Remoções de CO_2 260
4.2 Incerteza das Estimativas de Emissões de CH_4 261
4.3 Incerteza das Estimativas de Emissões de N_2O 261

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 262

5 ANEXO: ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR GÁS E SETOR, DE 1990 A 2005 270

VOLUME II

PARTE III 291

A. PROGRAMAS CONTENDO MEDIDAS REFERENTES À MITIGAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA 300

1 PROGRAMAS E AÇÕES RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 300
1.1 O Etanol de Cana-de-Açúcar no Brasil 300
1.2 Programa Brasileiro de Biocombustíveis – Pro-biodiesel 309
1.3 Programas de Conservação de Energia 314
1.4 Contribuição da Geração Hidrelétrica para a Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa 321
1.5 Situação e Perspectivas das Novas Fontes Renováveis de Energia no Brasil 322
1.6 Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Programa Luz para Todos 333
1.7 Hidrogênio 334
1.8 Reciclagem 336
1.9 O Uso do Carvão Vegetal na Indústria 338

2 PROGRAMAS E AÇÕES QUE CONTÊM MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA MITIGAR A MUDANÇA DO CLIMA E SEUS EFEITOS ADVERSOS 344
2.1 Papel do Gás Natural na Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 344
2.2 Programas no Estado de São Paulo para Redução das Emissões Veiculares no Transporte Urbano 348
2.3 O Papel da Energia Nuclear na Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 350

3 INTEGRAÇÃO DAS QUESTÕES SOBRE MUDANÇA DO CLIMA NO PLANEJAMENTO DE MÉDIO E LONGO PRAZOS 354
3.1 Legislação Ambiental Brasileira 354
3.2 Agenda 21 Brasileira 355

parte-0.indd 53 10/23/10 1:36 AM

3.3 Plano Nacional sobre Mudança do Clima....356
3.4 Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC....357
3.5 Política de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I e Mudança do Clima....358
3.6 Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – Pronar....360
3.7 Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – Proconve....361
3.8 Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT....367
3.9 Medidas contra o Desflorestamento na Amazônia....368
3.10 Programa de Monitoramento da Amazônia por Sensoriamento Remoto....378
3.11 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC....385
3.12 Prevenção de Incêndios e Queimadas....390
3.13 Cidades pela Proteção do Clima....394
3.14 Medidas de Caráter Financeiro e Tributário....395

4 AS ATIVIDADES DE PROJETO NO ÂMBITO DO MECANISMO DE DESENVOVIMENTO LIMPO - MDL NO BRASIL....406
4.1 Número de Atividades de Projeto....406
4.2 Potencial de Redução de Emissões para o Primeiro Período de Obtenção de Créditos....406
4.3 Potencial de Redução Anual de Emissões para o Primeiro Período de Obtenção de Créditos....407
4.4 Distribuição das Atividades de Projeto no Brasil por Tipo de Gás de Efeito Estufa....407
4.5 Distribuição das Atividades de Projeto no Brasil por Escopo Setorial....408
4.6 Distribuição dos Projetos Registrados no Conselho Executivo do MDL....408
4.7 Capacidade Instalada (MW) das Atividades de Projeto do MDL Aprovadas na AND....408

B. PROGRAMAS CONTENDO MEDIDAS PARA FACILITAR ADEQUADA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA....412

1 PROGRAMA DE MODELAGEM DE CENÁRIOS FUTUROS DE MUDANÇA DO CLIMA....412
1.1 O Modelo Eta-CPTEC....416
1.2 O Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global - MBSCG....417

2 EFEITOS DA MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA NOS ECOSSISTEMAS MARINHOS E TERRESTRES....419
2.1 Região Semiárida....419
2.2 Áreas Urbanas....421
2.3 Zona Costeira....423
2.4 Saúde Humana....426
2.5 Energia e Recursos Hídricos....429
2.6 Florestas....432
2.7 Agropecuária....433
2.8 Prontidão para Desastres....439

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....442

parte-0.indd 54 10/23/10 1:36 AM

PARTE IV 451

1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA 458
1.1 Necessidades Tecnológicas em Relação à Energia 458
1.2 Cooperação Sul-Sul 462
1.3 Principais Iniciativas e Indicação de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação relativas à Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação 463

2 PESQUISA E OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA 472
2.1 Programas Mundiais de Clima 472
2.2 Programa Pirata 474
2.3 Programa de Grande Escala da Biosfera–Atmosfera na Amazônia - LBA 475
2.4 Modelagem Climática sobre a América do Sul Utilizando o Modelo Regional Eta para Previsão de Tempo, Clima e Projeções de Cenários de Mudança do Clima 478
2.5 Programa Antártico Brasileiro - Proantar 480
2.6 Modelo Simplificado de Mudança do Clima 481

3 EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO PÚBLICA 486
3.1 Conscientização no Brasil sobre as Questões Relativas à Mudança do Clima 486
3.2 Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas 488
3.3 Programas de Educação em Conservação de Energia Elétrica e Uso Racional de Derivados de Petróleo e Gás Natural 488

4 FORMAÇÃO DE CAPACIDADE NACIONAL E REGIONAL 494
4.1 Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais – IAI 494
4.2 Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC 496
4.3 Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC 497
4.4 Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima 498
4.5 Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT para Mudanças Climáticas 499
4.6 Centro de Previsão de Tempo e Estudos do Clima - CPTEC / INPE 499
4.7 Centro de Ciência do Sistema Terrestre – CCST / INPE 500
4.8 Treinamento sobre Modelagem de Cenários Regionais Futuros de Mudança do Clima para Países da América Latina e Caribe 500
4.9 Análises de Impactos Econômicos da Mudança do Clima no Brasil 501
4.10 Cooperação Sul-Sul sobre Questões relacionadas à Mudança do Clima 504

5 INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO DE REDE 508
5.1 Intercâmbio de informações 508

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 510

PARTE V 513

1 DIFICULDADES FINANCEIRAS, TÉCNICAS E DE CAPACITAÇÃO PARA A EXECUÇÃO DA COMUNICAÇÃO NACIONAL 518

parte-0.indd 55 10/23/10 1:36 AM

parte-0.indd 56 10/23/10 1:36 AM

Circunstâncias Nacionais

Parte 1



Parte_1_Cap_1.indd 58

PARTE 1

10/23/10 1:36 AM

ÍNDICE

1 PRIORIDADES DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL E REGIONAL 64

1.1 Caracterização do Território 64

1.1.1 Vegetação e Recursos Florísticos 65

1.1.2 Fauna 68

1.1.3 Recursos Hídricos 69

1.2 Clima do Brasil 70

1.2.1 Climatologia de Precipitação e Temperatura 71

1.3 Economia 73

1.4 Desenvolvimento Social 76

1.4.1 Grau de Desigualdade: o Brasil no Mundo 78

1.4.2 Evolução da Proporção de Pobres, Fome e Desnutrição Infantil no Brasil 79

1.4.3 Sistema Nacional de Políticas Sociais 81

1.4.4 O Desenvolvimento Humano e Mudanças no Padrão Demográfico 81

1.4.5 Perfil da Educação 82

1.4.6 Perfil da Saúde 88

1.4.7 Acesso aos Serviços de Saneamento Urbano 90

1.5 Resumo das Circunstâncias Nacionais 92

2 MERCOSUL 96

2.1 Antecedentes, Objetivos e Características Principais 96

2.2 Estrutura Institucional 96

2.3 Indicadores Básicos do Mercosul 96

Parte_1_Cap_1.indd 59 10/23/10 1:36 AM

3 ARRANJOS INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A ELABORAÇÃO DA COMUNICAÇÃO NACIONAL EM BASES PERMANENTES 100
3.1 Marco Institucional 100
3.1.1 A Comissão Interministerial de Desenvolvimento Sustentável 100
3.1.2 A Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima 100
3.1.3 A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima 101
3.1.4 O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM 103

4 CIRCUNSTÂNCIAS ESPECIAIS 106
4.1 Biomas Brasileiros 106
4.1.1 Ecossistemas Costeiros 106
4.1.2 Amazônia 110
4.1.3 Mata Atlântica 112
4.1.4 Campos Sulinos 112
4.1.5 Pantanal 113
4.1.6 Cerrado 113
4.1.7 Caatinga 114
4.2 Regiões de Ecossistemas Frágeis 114
4.3 Desertificação 115
4.4 Áreas de Alta Poluição Atmosférica Urbana 118
4.5 Dependência Externa de Petróleo e de seus Derivados 119

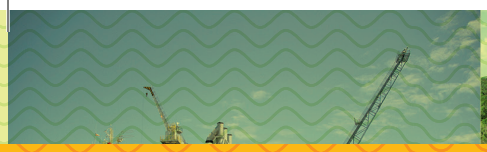
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 121

Parte_1_Cap_1.indd 60 10/23/10 1:36 AM

Parte_1_Cap_1.indd 61 10/23/10 1:36 AM



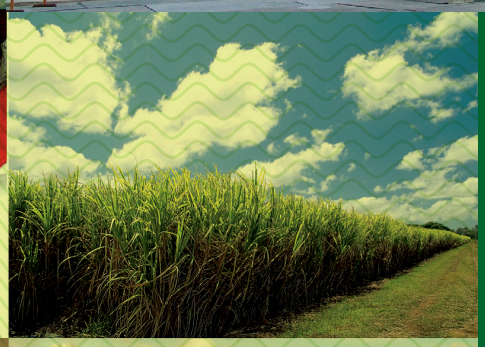
Parte_1_Cap_1.indd 62 10/23/10 1:36 AM



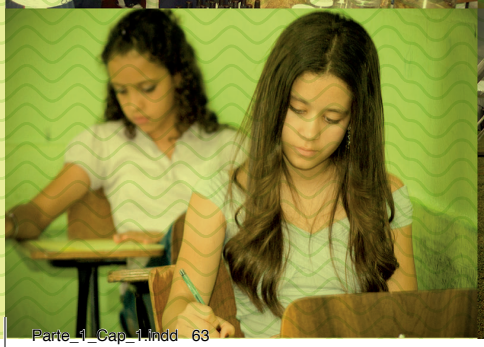









Capítulo 1

Prioridades de Desenvolvimento Nacional e Regional

Parte_1_Cap_1.indd 63 10/23/10 1:37 AM

1 Prioridades de Desenvolvimento Nacional e Regional

1.1 Caracterização do Território

O Brasil está situado na América do Sul entre os paralelos de 5°16'20" de latitude norte e 33°45'03" de latitude sul e os meridianos de 34°47'30" e 73°59'32" oeste, tendo como centro geodésico as coordenadas 10°35' de latitude sul e 52°40' oeste. Banhado a leste pelo Oceano Atlântico, possui várias ilhas oceânicas, destacando-se as de Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade. Ao norte, a oeste e ao sul faz fronteiras com todos os países sul-americanos, excetuando-se o Chile e o Equador. O país é cortado pela Linha do Equador e Trópico de Capricórnio, com a maior parte de suas terras situadas nas latitudes mais baixas do globo, o que lhe confere características de país tropical.

Com uma área de 8.514.876,6 km^2, o Brasil é o país de maior extensão territorial da América do Sul e o quinto maior do mundo. Suas dimensões territoriais o caracterizam como um país continental, uma vez que seu território ocupa 1,6% do globo terrestre, 5,7% das terras emersas do planeta e 20,8% da superfície do continente americano.

A República Federativa do Brasil é dividida em 26 estados, 5.565 municípios (IBGE, 2009a) e o Distrito Federal, onde se situa a capital da República, Brasília, sede do governo e dos poderes executivo, legislativo e judiciário. O país é regido pela Constituição Federal de 1988.

Possui um sistema presidencialista onde o Presidente da República é eleito pelo voto direto e secreto para um período de quatro anos. É permitida a reeleição para um único mandato subsequente de Presidente da República, governadores e prefeitos. Possui um sistema bicameral exercido pelo Congresso Nacional, com duas unidades representativas: Câmara dos Deputados, com 513 deputados federais, que representam a população; e Senado Federal, com 81 senadores da República, representantes das Unidades da Federação.

A vastidão do território brasileiro, tanto em latitude quanto em longitude, abriga um extraordinário mosaico de ecossistemas, contando com uma ampla diversidade climática e topográfica. Essas características determinaram, ao longo da história, as diversas formas de ocupação e de uso pela sociedade dos espaços moldados pela natureza tropical e subtropical do país, conformando, em linhas gerais, cinco grandes regiões geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste (Figura 1.1). Cada qual com suas respectivas Unidades da Federação, citadas a seguir:

- Região Norte - ocupa 45% do território nacional. É composta pelos estados: Acre - AC, Amapá - AP, Amazonas - AM, Pará - PA, Rondônia - RO, Roraima - RR e Tocantins - TO.

- Região Nordeste - ocupa 18% do território nacional. É composta pelos estados: Alagoas - AL, Bahia - BA, Ceará - CE, Maranhão - MA, Paraíba - PB, Pernambuco - PE, Piauí - PI, Rio Grande do Norte - RN e Sergipe - SE.

- Região Centro-Oeste - ocupa 19% de área territorial. É composta pelos estados: Goiás - GO, Mato Grosso - MT, Mato Grosso do Sul - MS e Distrito Federal - DF.

- Região Sudeste - ocupa 11% do território. É composta pelos estados: Espírito Santo - ES, Minas Gerais - MG, Rio de Janeiro - RJ e São Paulo - SP.

- Região Sul - ocupa 7% do território nacional. É composta pelos estados: Paraná - PR, Santa Catarina - SC e Rio Grande do Sul - RS.

A contagem da População em 2007 (IBGE, 2007a) forneceu maior visibilidade a respeito das transformações demográficas ocorridas no país desde o Censo Demográfico de 2000, quando a população brasileira era de 169,8 milhões de habitantes (IBGE, 2000b). Neste período, a população do Brasil cresceu 9,5%, a uma taxa média anual de 1,15%, alcançando cerca de 186 milhões de habitantes em 2008, sendo 48,8% homens e 51,2% mulheres[1].

A região Sudeste é a mais populosa do país, com cerca de 42,0% do total de habitantes. A região Nordeste ocupa a segunda colocação, com aproximadamente 28,0%, seguida pelas regiões Sul com 14,5%, Norte com 8,0% e Centro-Oeste que abriga apenas cerca de 7,5% da população. A taxa de urbanização de 77,3% em 1970 atingiu 84,4% em 2008[2].

A Figura 1.2 mostra a distribuição da população no território, podendo-se visualizar no mapa a densidade demográfica do Brasil.

1 Dados reponderados com base no peso definido pela Contagem da População de 2007. Disponível em <http//:www.sidra.ibge.br>.

2 Na falta da estimativa da população urbana na contagem populacional de 2007, ela foi estimada em 84% do total, a partir da evolução da fração urbana dos números oficiais anteriores, possibilitando a estimativa da mesma fração para 2005 e 2008.

Parte_1_Cap_1.indd 64 10/23/10 1:37 AM

Figura 1.1 Divisão político-administrativa do Brasil



Fonte: IBGE, 2000a.

1.1.1 Vegetação e Recursos Florísticos

Em 2004, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE apresentou nova classificação e divisão da vegetação e recursos florísticos do Brasil, na qual algumas regiões fitoecológicas passaram por revisões quanto ao conceito e delineamento (Figura 1.3). Essas revisões foram possíveis graças às interpretações de imagens obtidas pelo satélite Landsat 5-TM, aliadas a novas técnicas, bem como pesquisas bibliográficas e de campo. Isso justifica as alterações ao mapa apresentado na Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2004).

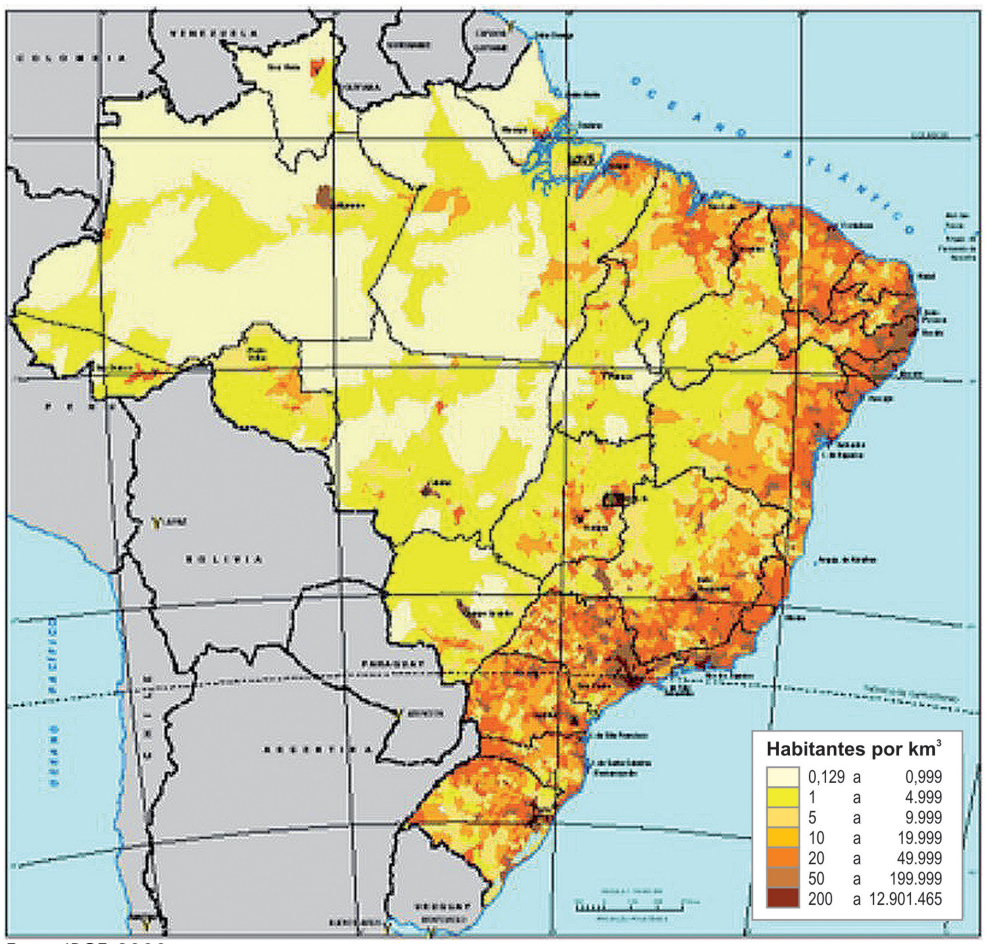
Na nova classificação, o mapeamento da vegetação foi baseado em critérios fisionômico-ecológicos, obedecendo a uma hierarquia de formações delimitadas pelos parâmetros dos ambientes ecológicos, sendo esquematizados de acordo com uma chave de classificação iniciada a partir de duas grandes chaves de formação: florestal e campestre.

As formações florestais foram subdivididas segundo critérios topográficos, estabelecendo-se três grandes faixas de latitude: a primeira, de 5°N a 16°S; a segunda, de 16°S a 24°S; e a terceira, acima de 24°S. As formações foram distribuídas de acordo com as cotas altimétricas:

- Terras baixas: (1) de 5m a 100m, (2) de 5m a 50m e (3) de 5m a 30m;
- Submontanas: (1) de 100m a 600m, (2) de 50m a 500m e (3) de 30m a 400m;
- Montanas: (1) de 600m a 2000m, (2) de 500m a 1500m e (3) de 400m a 1000m; e
- Altomontana: (1), (2) e (3) acima dos limites máximos da formação Montana.

Parte_1_Cap_1.indd 65 10/23/10 1:37 AM

Figura 1.2 Densidade Demográfica no Brasil



Fonte: IBGE, 2000a.

As formações campestres foram subdivididas, com base em critérios fisionômicos (densidade e porte da vegetação), em florestada, arborizada, parque e gramíneo-lenhosa.

Em termos de conceituação fitogeográfica brasileira, de acordo com a nova classificação, a vegetação do Brasil distribuída principalmente na zona neotropical, para fins geográficos, pode ser dividida em dois territórios: o amazônico e o extra-amazônico.

No território amazônico (área ombrófila), o sistema ecológico vegetal desenvolve-se em um clima de temperatura média em torno de 25°C, com chuvas bem distribuídas durante o ano, sem déficit hídrico mensal no balanço ombrotérmico anual.

No extra-amazônico (área ombrófila e estacional), o sistema ecológico vegetal associa-se a dois climas: o tropical, de temperaturas médias em torno de 22°C e precipitação estacional marcada por um período com déficit hídrico de mais de 60 dias no balanço ombrotérmico anual; e o subtropical, de temperaturas suaves no inverno, que ameniza a média anual, em torno de 18°C, com chuvas moderadas bem distribuídas durante o ano, sem déficit hídrico mensal no balanço ombrotérmico anual, mas com uma estacionalidade térmica provocada pelos dias mais frios do ano.

Como regiões fitoecológicas (espaços definidos por uma florística de gêneros típicos e formas biológicas características, que se repetem dentro de um mesmo clima e podem ocorrer em terrenos de litologia variada, mas com relevo bem marcado), identificam-se no Brasil:

- Região de Savana (Cerrado) – vegetação que ocorre predominantemente na região Centro-Oeste. Suas disjunções aparecem também na Amazônia, e nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país. O Cerrado brasileiro inclui as várias formações campestres onde, com vegetação gramíneo-lenhosa baixa, alternam-se às vezes pequenas árvores isoladas, capões florestados e galerias florestais ao longo dos rios, mostrando, assim, uma grande variabilidade estrutural e, em consequência, grandes diferenças em porte e densidade.

- Região de Savana Estépica (Caatinga do Sertão Árido, Campos de Roraima, Chaco Sul Mato Grossense e Parque

Parte_1_Cap_1.indd 66 10/23/10 1:37 AM

de Espinilho da barra do Rio Quaraí) – tipo de vegetação neotropical, em geral de cobertura arbórea composta de elementos fanerofíticos, camefíticos espinhosos e várias cactáceas, cobrindo um estrato graminoso hemicriptofítico, entremeado por algumas terófitas.

- Região de Estepe – abrange a Campanha Gaúcha, com disjunções em Uruguaiana - RS e no Brasil meridional (Campos Gerais). Caracteriza-se por uma vegetação essencialmente campestre. Dominam as gramíneas cespitosas e rizomatosas, sendo raras gramíneas anuais e oxalidáceas, bem como leguminosas e compostas. As fanerófitas são representadas por espécies espinhosas e deciduais.

- Região de Campinarana – tipo de vegetação restrita a áreas do alto rio Negro e adjacências dos seus afluentes, penetrando na Colômbia e na Venezuela, onde ocorre em áreas semelhantes. Reveste as áreas deprimidas, quase sempre encharcadas, sendo caracterizada por agrupamentos de uma vegetação arbórea fina e alta, que é resultante da pobreza de nutrientes minerais do solo.

- Região de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial) – ocupa parte do espaço amazônico e estende-se pela costa atlântica, desde o Rio Grande do Norte até o Espírito Santo, em "bolsões" contidos entre o litoral e as serras pré-cambrianas marginais ao oceano, ampliando a sua área de ocorrência sobre as encostas das mesmas até o estado do Rio Grande do Sul. É constituída por grandes árvores nos terraços aluviais e nos tabuleiros terciários, além de árvores de porte médio nas encostas marítimas.

- Região de Floresta Ombrófila Aberta (Faciações da Floresta Ombrófila Densa) – tipo de vegetação situado entre a Amazônia e o espaço extra-amazônico. A fisionomia florestal é composta de árvores mais espaçadas, com estrato arbustivo pouco denso. Ocorre em clima que pode apresentar um período entre 2 e 4 meses secos, com temperaturas médias entre 24°C e 25°C.

- Região de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) – característica do planalto meridional brasileiro, apresentando, contudo, áreas isoladas nas partes elevadas das Serras do Mar e da Mantiqueira.

- Região de Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia) – o conceito ecológico dessa região fitoecológica relaciona-se ao clima de duas estações (uma seca e outra chuvosa), na área tropical (temperaturas médias em torno de 21°C), com curto período seco, acompanhado de uma acentuada baixa térmica na área subtropical (temperaturas médias em torno de 15°C). Ocorre a estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, que estão adaptados à estação desfavorável (fria ou seca). Nos dois casos, a percentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20% e 50%.

- Região de Floresta Estacional Decidual (Floresta Tropical Caducifólia) – que apresenta o estrato arbóreo predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos desprovidos de folhagem na época desfavorável. Ocorre no território brasileiro de modo disperso e descontínuo: do norte para o sudeste aparece entre a Floresta Ombrófila Aberta e a Savana; de leste para oeste entre a Savana Estépica e Floresta Estacional Semidecidual e; no sul, na área subtropical do Vale do Rio Uruguai, entre a Floresta Ombrófila Mista do planalto meridional e a Estepe.

As áreas de vegetação não se confundem com as regiões fitoecológicas, pois essas têm sentido mais amplo, podendo abranger vários ambientes e integrar mais de um sistema trófico. São elas:

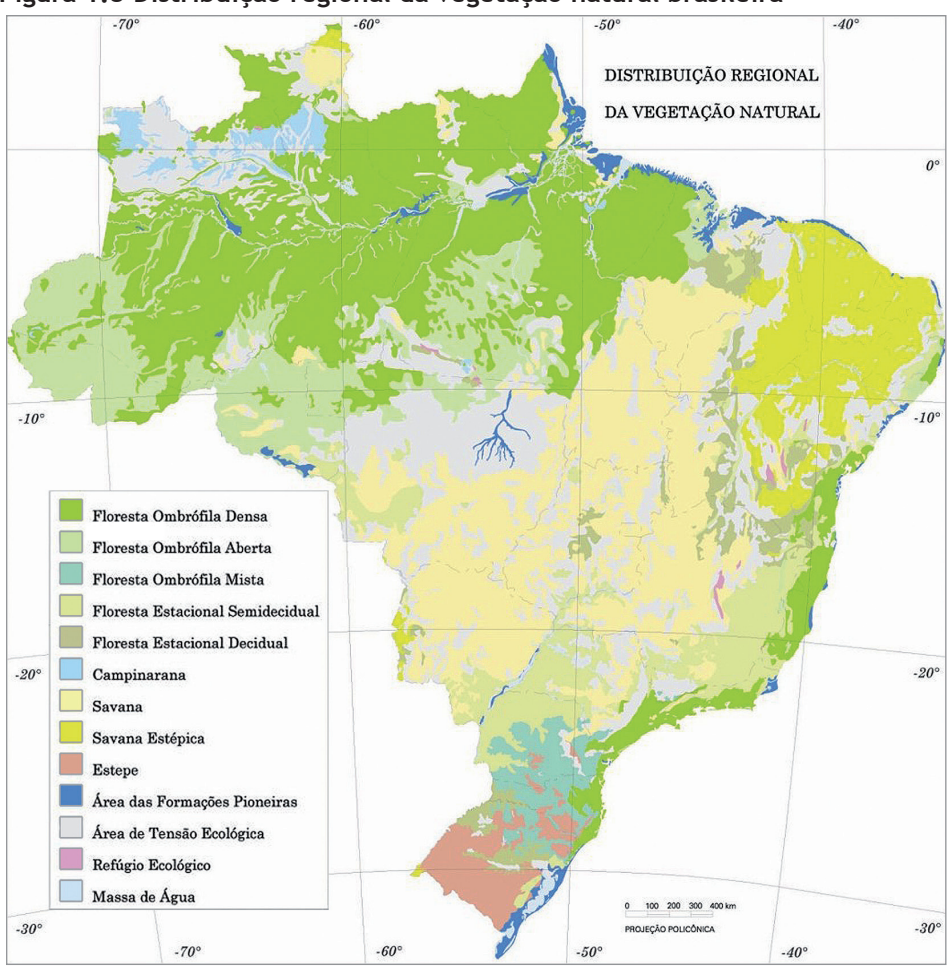
- Áreas das Formações Pioneiras (sistema edáfico de primeira ocupação) – áreas ao longo do litoral, dos cursos de água, e mesmo ao redor de depressões fechadas que acumulam água (pântanos e lagoas), onde se observa uma vegetação campestre herbáceo-lenhosa. São áreas pedologicamente instáveis, com sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados, sob a influência de diferentes processos de acumulação.

- Áreas de Tensão Ecológica (contatos entre tipos de vegetação) – quando entre duas ou mais regiões fitoecológicas existem áreas onde essas floras se contatam, justapondo-se ou interpenetrando-se, formam-se os contatos, identificados, respectivamente, em encraves e ecótonos. No primeiro caso, cada mosaico de vegetação guarda a sua identidade florística e fisionômica sem se misturar, permitindo a definição da formação ou sob formação dominante. No caso dos ecótonos, a identidade florística passa a ser em nível de espécies, não se determinando a dominância de uma região sobre outra. Frequentemente ocorrem endemismos que melhor se identificam. As áreas de tensão ecológica são, às vezes, coincidentes com o contato de duas formações geológicas e com faixas de transição climática.

- Refúgios Vegetacionais (comunidades relíquias) – toda e qualquer vegetação floristicamente diferente do con-

Parte_1_Cap_1.indd 67 10/23/10 1:37 AM

Figura 1.3 Distribuição regional da vegetação natural brasileira



Fonte: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/pol.php>.

texto geral da flora da região, assumindo uma conotação de flora ou de comunidade relíquia. Existem refúgios montanos e altomontanos, com estrutura arbustiva e/ou herbácea. As fisionomias são complexas, pois embora circunscritos a áreas reduzidas, os refúgios vegetacionais apresentam grandes variações.

Considerando a extensão e as características de seu território, o Brasil possui vegetação e recursos florísticos bastante variados, abrigando uma das floras mais ricas do mundo, com 41.123 espécies já conhecidas e catalogadas, sendo 3.633 de fungos, 3.521 de algas, 1.522 de briófitas, 23 de gimnospermas e 31.248 de angiospermas, conforme "Lista de Espécies da Flora do Brasil" recentemente atualizada (FORZZA *et al.*, 2010).

1.1.2 Fauna

O Brasil é um dos países mais ricos em número de espécies animais, possuindo cerca de 13% de todas as espécies de anfíbios descritos no mundo (SILVANO & SEGALLA, 2005); 10% de todos os mamíferos (COSTA *et al.*, 2005); 17,8% de todas as borboletas (BROWN & FREITAS, 1999) e 21% de todos os peixes de águas continentais do planeta (AGOSTINHO *et al.*, 2005). Dos 624 *taxa*[3] de primatas existentes no mundo, 133 espécies e subespécies vivem em território brasileiro, representando 21% de todos os taxa que ocorrem no planeta (CHIARELLO *et al.*, 2008). Ademais, o Brasil é o quarto colocado em relação ao número total de répteis, ficando atrás apenas da Austrália, do México e da Índia (MARTINS & MOLINA, 2008).

Segundo a mais recente compilação disponível sobre o número de espécies da fauna brasileira – "Livro Vermelho das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção" (MACHADO *et al.*, 2008), existem no Brasil, dentro do universo das espécies conhecidas pela ciência, 652 espécies de mamíferos, 800 de

3 Taxon, com plural em latim *taxa*, é uma unidade taxonômica, essencialmente ligada a um sistema de classificação. *Taxa* podem estar em qualquer nível de um sistema de classificação, assim, uma ordem é um *taxon*; um gênero, como também uma espécie, é um *táxon*, ou qualquer outra unidade de classificação dos seres vivos.

Parte_1_Cap_1.indd 68 10/23/10 1:37 AM

anfíbios, 1.800 de aves, 641 de répteis, 2.300 de peixes de água doce, 1.298 de peixes marinhos e mais de 100.000 espécies de invertebrados terrestres. Todavia, o conhecimento sobre a diversidade da fauna brasileira é ainda incompleto. Estima-se que se conheça menos de 10% do total existente.

Para se ter uma ideia do potencial da fauna ainda não conhecida, em apenas 17 anos, de 1978 a 1995, foram descritas no Brasil 7.320 espécies de animais metazoários. Em pouco mais de 10 anos, foram descritas 18 novas espécies de mamíferos e 19 espécies de aves. Em dois anos de estudos nos remanescentes florestais de Mata Atlântica no sul da Bahia, pesquisadores identificaram 14 novas espécies de anfíbios (DRUMMOND, 2008).

1.1.3 Recursos Hídricos

No Brasil, os recursos hídricos disponíveis são abundantes. Dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, muitos de seus rios destacam-se por sua extensão, largura ou profundidade. São oito as grandes bacias hidrográficas do território brasileiro: a do rio Amazonas, a do rio Tocantins, a do Atlântico Sul - trechos norte e nordeste, a do rio São Francisco, a do Atlântico Sul - trecho leste, a do rio Paraná, a do rio Uruguai e a do Atlântico Sul - trecho sudeste (Figura 1.4). Em decorrência da natureza do relevo, predominam os rios de planalto, que apresentam em seus leitos rupturas de declive, vales encaixados, entre outras características, que lhes conferem um alto potencial para a geração de energia elétrica. As mesmas características, contudo, prejudicam a navegabilidade. Entre os grandes rios nacionais, apenas o Amazonas e o Paraguai são predominantemente de planície e largamente utilizados para a navegação. Os principais rios de planalto são o São Francisco e o Paraná.

A utilização de energia hidrelétrica no Brasil teve início em 1883. A experiência acumulada na construção de centrais hidrelétricas e de sistemas de transmissão a elas associados, bem como na produção de equipamentos para geração e distribuição de energia, representa grande vantagem para o país.

O potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica, mostrado na Tabela 1.1, evidencia o contraste entre demanda – em função dos usos preponderantes industrial, residencial, comercial e público - e a real capacidade de oferta. Assim, observa-se que na Bacia do rio Amazonas, com potencial de 89.738 MW, apenas 5,3% está em operação/construção.

No ano de 2009, as Bacias do Paraná, do Uruguai, do São Francisco, do Atlântico Sul - trecho leste e do Atlântico Sul - trecho sudeste foram as responsáveis pelo fornecimento de energia hidrelétrica às áreas de maior concentração demográfica e industrial do país. Entre elas, destaca-se a Bacia do Paraná, não só em função do seu potencial, como também devido ao maior percentual em operação/construção (69,4% de 61.744 MW).

Figura 1.4 Bacias hidrográficas do Brasil



Fonte: ANEEL, 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=104>.

Em termos de esgotamento dos potenciais, verifica-se que as bacias mais saturadas são a do Paraná, a do Uruguai, a do Tocantins e a do São Francisco, com índices de aproveitamento (razão entre potencial aproveitado e potencial existente) de 69,4%, 50,2%, 50,1% e 41,2%, respectivamente. As menores taxas de aproveitamento são verificadas nas bacias do Amazonas e Atlântico – trecho Norte/Nordeste. Em âmbito nacional, cerca de 36% do potencial hidrelétrico estimado já foi aproveitado. Em relação ao potencial inventariado, essa proporção aumenta para 47%.

Os baixos índices de aproveitamento da Bacia do rio Amazonas devem-se ao relevo predominante da região (planícies), à sua grande diversidade biológica e à distância dos principais centros consumidores de energia. Já na região centro-sul do país, o desenvolvimento econômico muito mais acelerado e o relevo predominante (planaltos) levaram a um maior aproveitamento dos seus potenciais hidráulicos. No entanto, o processo de interiorização do país e o próprio esgotamento dos melhores potenciais das

Parte_1_Cap_1.indd 69 10/23/10 1:37 AM

Tabela 1.1 Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica - MW em dezembro de 2009

Estágio/Bacia	Amazonas	Tocantins	Atlântico Norte e Nordeste	São Francisco	Atlântico Leste	Paraná	Uruguai	Atlântico Sudeste	Totais por Estágio
Remanescente	17.919	1.846	525	760	784	3.697	12	996	26.539
Individualizado	24.773	128	182	907	704	2.946	862	1.090	31.592
Total Estimado	**42.693**	**1.974**	**707**	**1.667**	**1.489**	**6.643**	**874**	**2.086**	**58.131**
Inventário	25.842	7.166	1.611	7.339	5.594	7.764	4.404	1.544	61.264
Viabilidade	11.988	3.738	6	6.140	895	2.432	292	2.218	27.709
Projeto Básico	4.474	190	56	109	760	2.065	1.054	432	9.140
Construção	3.693	1.142	0	107	572	1.950	1.035	105	8.605
Operação	1.047	11.960	320	10.579	4.674	40.890	5.657	3.376	78.502
Total Inventariado	**47.045**	**24.197**	**1.993**	**24.273**	**12.496**	**55.101**	**12.442**	**7.675**	**185.221**
Total Geral	**89.738**	**26.170**	**2.699**	**25.940**	**13.984**	**61.744**	**13.316**	**9.761**	**243.352**

Fonte: SIPOT, 2009. Disponível em <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>.

regiões Sul e Sudeste têm requerido um maior aproveitamento hidráulico em regiões mais remotas e economicamente menos desenvolvidas.

Na região Nordeste do Brasil, a distribuição irregular das chuvas, aliada à possibilidade de grande intervalo de tempo entre elas, condiciona caráter intermitente de muitos rios. Em virtude dessa especificidade climática, açudes são utilizados para estocar e distribuir a água, tanto para consumo doméstico quanto para desenvolvimento da agricultura irrigada.

1.2 Clima do Brasil

A localização do território brasileiro na borda ocidental do Oceano Atlântico, aliado às variações verificadas em seu relevo, condiciona diferentes características aos macrossistemas atmosféricos, sejam eles continentais ou oceânicos, imprimindo uma diversidade de domínios climáticos que variam do equatorial ao subtropical, com gradações de tipos e subtipos produzidos pela variabilidade geoecológica existente no país.

A América do Sul estende-se dos trópicos até latitudes médias e é afetado por regimes tropical, subtropical e de latitudes médias. Uma das principais características da região tropical da América do Sul é a floresta amazônica, a qual contribui para a umidade e para a precipitação da região e também para o balanço de energia do planeta. No verão do Hemisfério Sul, essa região apresenta forte convecção, principalmente na Amazônia Central; no inverno, a atividade convectiva desloca-se para noroeste, atingindo a América Central.

O clima da América do Sul apresenta variabilidade interanual, a qual pode ser observada pelas diferenças no escoamento do vento, nebulosidade, precipitação e comportamento de sistemas sinóticos. Um dos fatores de grande escala que são responsáveis pela variabilidade climática é a ocorrência do episódio *El Niño* Oscilação Sul – ENOS (aquecimento das águas do Oceano Pacífico). A América do Sul é influenciada pelo ENOS diretamente e indiretamente pela variação na circulação atmosférica. Diretamente, pelo aumento da convecção na região do Pacífico Equatorial Leste, a qual afeta a área tropical oeste do continente. O deslocamento e intensidade da circulação de Walker, a configuração da teleconexão *Pacific North America* - PNA e o deslocamento para o norte da célula de Hadley são relacionados às condições secas da região Nordeste do Brasil. A intensificação do jato subtropical aumentando a convecção dos sistemas frontais e situações de bloqueio são relacionados com enchentes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Outras anomalias de grande escala afetam a América do Sul, como trens de onda persistentes e configurações com número de onda três e quatro ao redor do Hemisfério Sul.

A atividade convectiva sobre a região central e oeste da América do Sul é associada a uma circulação anticiclônica

Parte_1_Cap_1.indd 70 10/23/10 1:37 AM

em altos níveis, a qual, no verão (Hemisfério Sul), é chamada de Alta da Bolívia. Esta é associada com forte aquecimento na superfície, movimento ascendente e divergência em altos níveis. Convecção sobre essa região também se associa em alguns períodos de verão e primavera com uma persistente banda de nebulosidade com orientação NO-SE, chamada Zona de Convergência do Atlântico Sul.

A parte nordeste do continente tem uma variabilidade interanual e anual alta, em termos de precipitação. Essa região é afetada pela Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, vórtices ciclônicos em altos níveis, distúrbios de leste, linhas de instabilidade associadas à brisa marítima e à aproximação de sistemas frontais sobre o oceano. O sul e o sudeste são afetados por sistemas frontais, vórtices ciclônicos em altos níveis e complexos convectivos de mesoescala. Esses são afetados pelo jato subtropical e pelo jato em baixos níveis.

1.2.1 Climatologia de Precipitação e Temperatura

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação e de temperatura. De norte a sul, encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais. Na região Norte do país, verifica-se um clima equatorial chuvoso, praticamente sem estação seca. Na região Nordeste, a estação chuvosa, com baixos índices pluviométricos, restringe-se a poucos meses, caracterizando um clima semiárido. As regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa de verão com chuvas convectivas. A região Sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, onde os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante o ano.

Com relação às temperaturas, observam-se nas regiões Norte e Nordeste temperaturas elevadas, com pouca variabilidade durante o ano, caracterizando o clima quente nessas regiões. Nas médias latitudes, a variação da temperatura no decorrer do ano é muito importante para a definição do clima. No período de inverno, há maior penetração de massas de ar frio de altas latitudes, o que contribui para a predominância de baixas temperaturas.

Deve-se ressaltar que a tecnologia moderna permitiu uma certa superação dos condicionantes climáticos ao possibilitar a expansão de culturas temperadas em áreas de temperaturas mais elevadas e de baixa precipitação.

Região Norte

A região Norte possui uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura, o que não acontece em relação à pluviosidade. Essa é a região com maior total pluviométrico anual, sendo mais notável no litoral do Amapá, na foz do rio Amazonas e no setor ocidental da região, onde a precipitação excede 3.000 mm. Nessa região são encontrados três centros de precipitação abundante. O primeiro é localizado no noroeste da Amazônia, com chuvas acima de 3.000 mm/ano. A existência desse centro é associada à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, que são elevados quando o escoamento sobe os Andes (NOBRE, 1983). O segundo centro está localizado na parte central da Amazônia, em torno de 5° S, com precipitação de 2.500 mm/ano; e o terceiro, na parte leste da base Amazônica, próximo a Belém, com precipitação de 2.800 mm/ano.

Foram documentados (MARENGO, 1995) três regimes de chuvas na região norte da América do Sul: um no noroeste da América do Sul, onde a chuva é abundante durante todo o ano, alcançando o máximo em abril-maio-junho, com mais de 3.000 mm/ano; um segundo em uma banda zonalmente orientada, estendendo-se até a parte central da Amazônia, onde a estação chuvosa ocorre em março-abril-maio; e o terceiro na parte sul da região Amazônica, onde o pico de chuvas ocorre em janeiro-fevereiro-março. A chuva no noroeste da Amazônia pode ser entendida como resposta à flutuação dinâmica do centro quasi-permanente de convecção nessa região (MARENGO & HASTENRATH, 1993).

A estação chuvosa da região Norte (dezembro-janeiro-fevereiro) muda progressivamente de janeiro-fevereiro-março, no sul da Amazônia, para abril-maio-junho, no noroeste da bacia Amazônica. Essa variação parece estar relacionada com a posição da ZCIT, pois os núcleos de precipitações migram da parte central do país, no verão austral, para o setor noroeste da América do Sul, no inverno austral, acompanhando a migração anual da convecção profunda. Estações localizadas no Hemisfério Norte, como Oiapoque (3°N 60°W), exibem o máximo de chuvas durante o inverno austral (junho-julho-agosto) e mínimo durante o verão austral (dezembro-janeiro-fevereiro) (RAO & HADA, 1990).

Com relação à temperatura, durante o inverno do Hemisfério Sul, toda a zona meridional da região Norte, em especial o sudoeste da região (Acre, Rondônia e parte do Amazonas), é frequentemente invadida por anticiclones originários de altas latitudes, que atravessam a Cordilheira dos Andes ao sul do Chile. Alguns são excepcionalmente intensos, podendo

Parte_1_Cap_1.indd 71 10/23/10 1:37 AM

chegar a provocar o fenômeno friagem (NIMER, 1979). Em virtude da alta umidade relativa e intensa nebulosidade que caracterizam a região, não são registradas temperaturas máximas diárias excessivas durante o ano.

Região Nordeste

Levando-se em conta o regime de chuvas, encontra-se sobre a região Nordeste - NE uma alta variedade climática, podendo-se verificar desde o clima semiárido no interior da região, com precipitação acumulada inferior a 500 mm/ano, até o clima chuvoso, observado principalmente na costa leste da região, com precipitação acumulada anual superior a 1.500 mm (KOUSKY & CHU, 1978). A parte norte da região recebe entre 1.000 e 1.200 mm/ano (HASTENRATH & HELLER, 1977).

Assim como a região Norte, grande parte da região Nordeste também possui uma elevada homogeneidade sazonal e espacial da temperatura. Somente no sul do estado da Bahia é verificada uma maior variabilidade sazonal da temperatura, em função da penetração das massas relativamente frias nos meses de inverno.

Diferentes regimes de chuvas são identificados na região Nordeste. No norte da região a estação chuvosa principal é de março a maio, no sul e sudeste as chuvas ocorrem principalmente durante o período de dezembro a fevereiro, e no leste a estação chuvosa é de maio a julho. A principal estação chuvosa da região Nordeste, incluindo o norte e leste da região, que explica 60% da chuva anual, é de abril a julho, e a estação seca, para a maior parte da região, ocorre de setembro a dezembro (RAO *et al.*, 1993). As imagens de satélite sugerem a importância dos distúrbios de leste na precipitação do Nordeste (YAMAZAKY & RAO, 1977). Observa-se que esses distúrbios propagam-se sobre o Oceano Atlântico, em direção ao continente, durante o outono e inverno (CHAN, 1990).

As variações interanuais de chuvas no leste da região Nordeste podem ser atribuídas às anomalias na posição e intensidade da ZCIT, causadas por anomalias positivas na temperatura da superfície do mar do Atlântico Sul (MOURA & SHUKLA, 1981; NOBRE, 1994) e pela ocorrência do *El Niño* no Pacífico Equatorial.

Região Sul

A distribuição anual das chuvas sobre a região Sul do Brasil ocorre de forma bastante uniforme. Ao longo de quase todo seu território, a média anual da precipitação varia de 1.250 a 2.000 mm. Somente algumas áreas encontram-se fora desse limite pluviométrico. Acima de 2.000 mm/ano, incluem-se o litoral do estado do Paraná, o oeste do estado de Santa Catarina e a área em torno de São Francisco de Paula, no estado do Rio Grande do Sul. Valores abaixo de 1.250 mm/ano restringem-se ao litoral sul de Santa Catarina e ao norte do Paraná (NIMER, 1979). Conclui-se que o relevo, por suas características gerais suaves, não exerce grande influência na distribuição pluviométrica. A temperatura, por sua vez, exerce um papel no mesmo sentido da precipitação, reforçando a uniformização climática no sul do país. No entanto, essa é a região do Brasil com maior variabilidade térmica no decorrer do ano.

Alguns fenômenos atmosféricos que atuam sobre essa região são essenciais na determinação da climatologia de temperatura e precipitação. Entre os mais importantes, podemos citar a passagem de sistemas frontais sobre a região, que são responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados (OLIVEIRA, 1986). A trajetória desses sistemas está intimamente ligada ao posicionamento e intensidade do jato subtropical da América do Sul. Alguns estudos (KOUSKY & CAVALCANTI, 1984) ressaltaram a importância da corrente de jato na precipitação.

Os cavados invertidos situam-se, em média, sobre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, estendendo-se até a Argentina e o Paraguai e são mais frequentes durante o verão e primavera do Hemisfério Sul (FERNANDES & SATYAMURTY, 1994), têm orientação do eixo na direção noroeste-sudeste (NO-SE), paralelamente à superfície frontal, sendo responsáveis pelo desenvolvimento de tempo severo sobre as regiões afetadas.

Sistemas convectivos de mesoescala também são responsáveis por grandes totais de precipitação sobre esta região, assim como no sul das regiões Sudeste e Centro-Oeste (CUSTÓDIO & HERDIES, 1994).

Os vórtices ciclônicos de ar frio, que se formam na retaguarda de algumas frentes frias, estão frequentemente associados a significativos índices de precipitação (MATSUMOTO et al., 1982). Alguns estudos (SILVA DIAS & HALLAK, 1994) buscaram estabelecer os indícios precursores dos estágios iniciais desse fenômeno.

A ocorrência de ciclogêneses e frontogêneses sobre a região Sul do Brasil também é um fator preponderante na determinação da climatologia da precipitação e da temperatura desta região. Estudos estatísticos (GAN & RAO, 1991) mostram que a maior frequência de ciclogêneses ocorre sobre o Uruguai durante o inverno do Hemisfério Sul. Em média, ocorrem cerca de 60 ciclogêneses sobre a região Sul a cada ano.

Parte_1_Cap_1.indd 72 10/23/10 1:37 AM

Com relação à temperatura, a geada pode ser considerada como um dos principais fenômenos atmosféricos que atuam na região Sul do Brasil, pois está associada à ocorrência de temperatura do ar abaixo de 0°C, com formação de gelo nas superfícies expostas.

Regiões Sudeste e Centro-Oeste

As regiões Sudeste e Centro-Oeste, devido a suas localizações latitudinais, caracterizam-se por serem regiões de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias (NIMER, 1979). O sul das regiões Sudeste e Centro-Oeste é afetado pela maioria dos sistemas sinóticos que atingem o sul do país, com algumas diferenças em termos de intensidade e sazonalidade do sistema. Os cavados invertidos atuam principalmente durante o inverno (FERNANDES & SATYAMURTY, 1994), provocando condições de tempo moderado, especialmente sobre o estado Mato Grosso do Sul e São Paulo. Vórtices ciclônicos em altos níveis, oriundos da região do Pacífico, organizam-se com intensa convecção, associada à instabilidade causada pelo jato subtropical. Linhas de instabilidade pré-frontais, geradas a partir da associação de fatores dinâmicos de grande escala e características de mesoescala, são responsáveis por intensa precipitação (CAVALCANTI *et al.*, 1982).

Especialmente sobre a região Centro-Oeste, a Alta da Bolívia, gerada a partir do forte aquecimento convectivo (liberação de calor latente) da atmosfera durante os meses de verão do Hemisfério Sul (VIRJI, 1981), é considerada como um sistema típico semi-estacionário da região. Uma situação estacionária da circulação de grande escala em latitudes médias pode influir diretamente na precipitação e temperatura sobre a região Sudeste, caso a região esteja ou não sendo afetada por sistemas associados ao escoamento ondulatório da atmosfera. Esse tipo de situação é denominado de bloqueio, e afeta, além da região Sudeste, também a região Sul do Brasil.

As regiões Sudeste e Centro-Oeste são caracterizadas pela atuação de sistemas que associam características de sistemas tropicais com sistemas típicos de latitudes médias. Durante os meses de maior atividade convectiva, a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS é um dos principais fenômenos que influenciam no regime de chuvas dessas regiões (QUADRO & ABREU, 1994). O fato de a banda de nebulosidade e chuvas permanecerem semi-estacionárias por dias seguidos favorece a ocorrência de inundações nas áreas afetadas.

Em geral, a precipitação distribui-se uniformemente nessas regiões, com a precipitação média anual acumulada variando em torno de 1.500 e 2.000 mm. Dois núcleos máximos são registrados na região do Brasil Central e no litoral da região Sudeste, enquanto que no norte do estado de Minas Gerais verifica-se uma relativa escassez de chuvas ao longo do ano.

1.3 Economia

Na Tabela 1.2 estão indicados os valores do Produto Interno Bruto e da população no Brasil em 1970, 1980 e no período de 1990 a 2008.

Tabela 1.2 Produto interno bruto - PIB e população do Brasil, 1970-2008

	PIB		População		PIB/hab.	
	Bilhão US$2007/ ano	Taxa anual	Milhão de habitantes	Taxa anual	mil US$2007/ hab.	Taxa anual
1970	310,5		93,1		3,33	
1980	710,4		119,0		5,97	
1990	830,5		144,8		5,74	
1991	839,1	1,0%	146,8	1,4%	5,71	-0,4%
1992	835,1	-0,5%	148,9	1,4%	5,61	-1,8%
1993	874,1	4,7%	150,9	1,4%	5,79	3,2%
1994	920,7	5,3%	153,0	1,4%	6,02	3,9%
1995	961,4	4,4%	155,0	1,3%	6,20	3,0%
1996	982,1	2,2%	157,1	1,3%	6,25	0,8%
1997	1015,2	3,4%	160,3	2,0%	6,34	1,3%
1998	1015,6	0,0%	163,4	2,0%	6,21	-1,9%
1999	1018,2	0,3%	166,6	1,9%	6,11	-1,7%
2000	1062,0	4,3%	169,8	1,9%	6,25	2,3%
2001	1075,9	1,3%	171,8	1,2%	6,26	0,1%
2002	1104,5	2,7%	173,9	1,2%	6,35	1,5%
2003	1117,2	1,1%	175,9	1,2%	6,35	0,0%
2004	1181,0	5,7%	177,9	1,2%	6,64	4,5%
2005	1218,3	3,2%	179,9	1,1%	6,77	2,0%
2006	1266,7	4,0%	182,0	1,1%	6,96	2,8%
2007	1338,5	5,7%	184,0	1,1%	7,27	4,5%
2008	1406,5	5,1%	186,0	1,1%	7,56	3,9%
1990/ 2005	-	3,6%	-	1,5%	-	-

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE, 2009b.

A década de 1990 apresentou um baixo crescimento da economia, tendo, inclusive, seu ano inicial apresentado queda de 5,74% no PIB por habitante. Os primeiros anos desta década foram marcados no Brasil por um forte processo inflacionário, com taxas mensais de dois dígitos, que só foi debelado a partir de julho de 1994 com a adoção do Plano Real, que criou uma nova moeda, o real, e instituiu um novo regime monetário e cambial. Simultaneamente, o Governo Federal conduziu um bem suce-

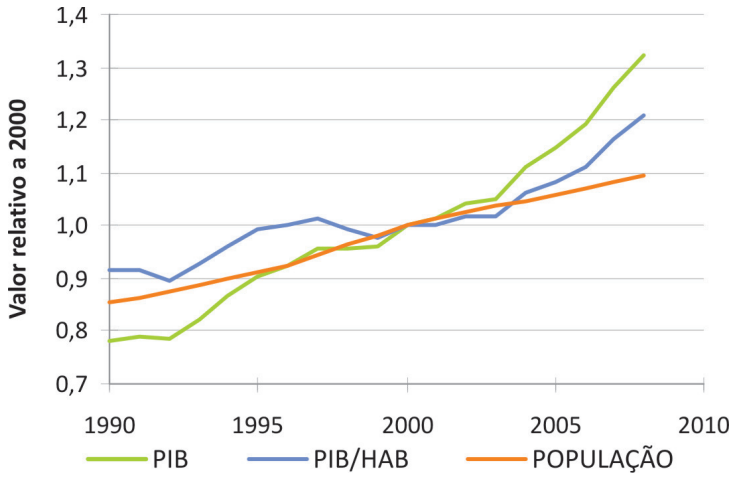
Parte_1_Cap_1.indd 73 10/23/10 1:37 AM

dido processo de desindexação da economia com o objetivo de eliminar a memória inflacionária dos agentes econômicos.

Esta nova fase da história econômica brasileira, no entanto, não ficou livre de problemas. Uma série de choques externos colocou em risco a sustentabilidade do Plano Real, levando o governo a usar as políticas monetária e cambial no sentido de frear o consumo doméstico e apreciar a taxa de câmbio (NEUTZLING, 2007). Em 1999, o Brasil ingressa na era da política de câmbio flutuante, passando a adotar, oficialmente, o regime de metas para a inflação, que consiste em arranjo institucional no qual o compromisso com a estabilidade de preços é o principal objetivo da política monetária. Com isso, o país abandonou o controle estrito sobre a evolução da taxa de câmbio, política conhecida como âncora cambial e que caracterizou a primeira fase do Plano Real.

Os dados de crescimento do PIB no Brasil demonstram uma elevada volatilidade, apesar de um crescente dinamismo da economia. A partir de 2003, verifica-se uma tendência de crescimento do PIB e do PIB per capita muito acima do crescimento populacional, conforme se pode verificar na Figura 1.5.

Figura 1.5 Evolução do PIB, população e PIB/habitante no Brasil



Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE, 2009b.

Entre 1990 e 2005, a população brasileira cresceu 24,3%, o que corresponde a uma taxa anual de 1,5%. Neste mesmo período, o PIB do país passou de US$ 830,5 bilhões para US$ 1.218,3 bilhões, crescimento de 46,7%, representando uma taxa anual de crescimento de 3,6%.

As Contas Nacionais do IBGE passaram por modificações importantes que alteraram, inclusive, valores anuais do crescimento do PIB (IBGE, 2009b). O IBGE publicou os valores a partir do ano 2000 e fez o que chamou de "retropolação"[4] até 1995.

4 *Vide*: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pdf/22_retropolacao.pdf>.

Deve-se igualmente ressaltar que as contas regionais, de apuração trimestral, foram também alteradas em relação às do período anterior, na subdivisão por atividades a partir de 2002 (IBGE, 2009b). Os valores da série anterior estão disponíveis de 1985 até 2003, havendo, portanto, superposição dos anos 2002 e 2003 pelos dois critérios.

Na avaliação do consumo energético e das emissões de gases de efeito estufa é sempre útil comparar os valores estimados com os indicadores da atividade econômica nos mesmos setores ou atividades. Isso faz mais sentido quando é possível dispor de uma série temporal longa.

Outro fator importante que deve ser considerado é que as classificações do balanço trimestral do IBGE, assim como a de alguns balanços estaduais, não apresentam possibilidades de estabelecer uma correlação entre os dados econômicos e os energéticos mais aberta que nos três macrosetores indicados.

Na Tabela 1.3 observa-se que houve uma mudança significativa na apuração da participação dos setores da economia no PIB brasileiro, sobretudo naqueles referentes a indústria e a serviços. Quanto ao comportamento anual, nota-se uma redução da participação da agropecuária em favor principalmente do setor de serviços.

Tabela 1.3 Tabelas de participação "retropoladas "

	Valores "Retropolados" (normalizados) (em %)			
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Total
1990	5,4	26,8	67,8	100
1991	4,9	25,1	70,0	100
1992	4,4	24,9	70,7	100
1993	4,4	24,0	71,6	100
1994	6,7	26,1	67,3	100
1995	5,7	24,5	69,8	100
1996	5,5	24,7	69,9	100
1997	5,2	24,9	70,0	100
1998	5,3	24,0	70,7	100
1999	5,3	25,1	69,6	100
2000	5,1	26,9	68,0	100
2001	5,7	27,0	67,4	100
2002	6,6	27,1	66,3	100
2003	7,4	27,8	64,8	100
2004	6,9	30,1	63,0	100
2005	5,7	29,3	65,0	100
2006	5,5	28,8	65,8	100

Fonte: Elaboração da e&e a partir de dados do IBGE, Contas Nacionais 2009b.

Parte_1_Cap_1.indd 74 10/23/10 1:37 AM

Os dados macroeconômicos do Brasil e de sua balança comercial o caracterizam como um país urbano-industrial que tem como âncora no capitalismo mundial a exportação de alimentos. A balança comercial do agronegócio brasileiro no ano de 2008, fechou em US$ 60 bilhões, representando 36,3% das exportações, além de empregar 37% dos trabalhadores brasileiros (GIRARDI, 2008).

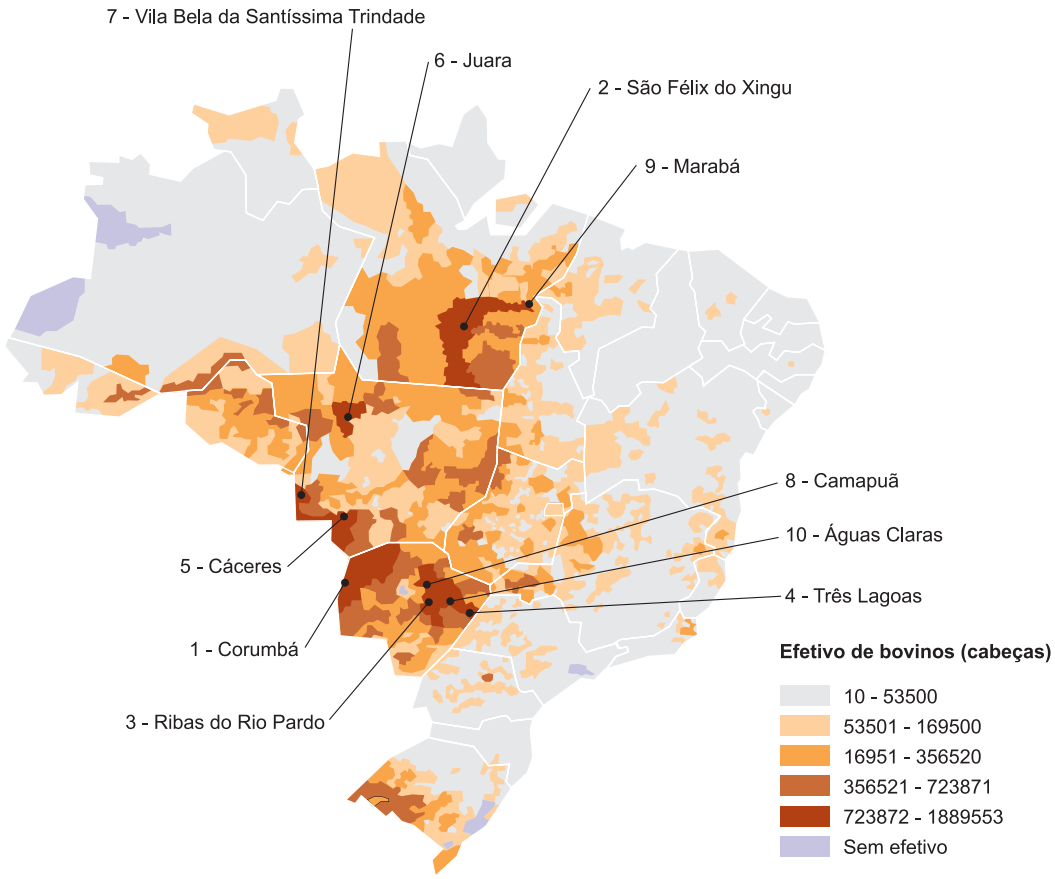
Em 2008, o comércio exterior brasileiro manteve-se em expansão, possibilitando ao país atingir a 22ª posição entre os principais países exportadores mundiais e a 24ª posição entre os principais importadores. Registre-se que nos últimos dois meses de 2008 o fluxo de comércio de exportação e importação apresentou decréscimo em relação à expansão verificada até outubro, em razão da crise financeira internacional, o que levou a uma redução dos preços internacionais de *commodities* agrícolas e minerais e da demanda por bens (DANTAS *et al.*, 2009).

O Brasil ocupa o primeiro lugar no *ranking* de exportação em vários produtos agrícolas: cana-de-açúcar, carne bovina, carne de frango, café, suco de laranja, tabaco e álcool. Também é vice-líder em soja e milho e está na quarta posição de maior exportador de carne suína. O país, no entanto, ainda está distante de ser o maior exportador de alimentos do mundo, como usualmente se propaga.

No setor agropecuário, destaca-se a evolução da produção animal, cabendo notar que em 2005 o principal rebanho era o bovino, com 207,2 milhões de cabeças (vide distribuição do rebenho na figura 1.6) ; seguido pelo suíno, com 34,1 milhões de cabeças; ovino, 15,6 milhões; caprino, 10,3 milhões; equino 5,8 milhões e bubalino 1,2 milhões de cabeças. O total de galinhas, galos, frangos e pintos no mesmo ano atingiu 812,5 milhões.

Uma série de fatores garantiu o avanço da agricultura brasileira nos últimos anos: recursos naturais (solo, água e luz) abundantes, diversidade de produtos, um câmbio relativamente favorável até 2006 (depois a valorização do real prejudicou a rentabilidade), o aumento da demanda dos países asiáticos e o crescimento da produtividade das lavouras.

Figura 1.6 Distribuição espacial do rebanho de bovinos no território brasileiro, com destaque para os dez principais municípios - 2005



Fonte: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=499&id_pagina=1>

Parte_1_Cap_1.indd 75 10/23/10 1:37 AM

1.4 Desenvolvimento Social

Esta seção examina o estado do desenvolvimento social no país, com base na variação do índice de desenvolvimento humano - IDH, de acordo com os seguintes dados: do Relatório sobre o Desenvolvimento Humano 2009 (PNUD, 2009); da análise do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada sobre a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008 do IBGE (IPEA, 2009); e do Quarto Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos do Milênio (IPEA, 2010a).

O índice de desenvolvimento humano - IDH é uma medida sumária do desenvolvimento humano de um país. Mais concretamente, trata-se de um índice que mede os avanços alcançados por um país, em média, no que diz respeito a três dimensões básicas: uma vida longa e saudável, avaliada com base na esperança média de vida; acesso ao conhecimento, avaliado com base na taxa de alfabetização de adultos e na taxa bruta combinada de escolarização; e um nível de vida digno, avaliado com base no PIB *per capita* em paridade do poder de compra - PPC[5], em dólares americanos.

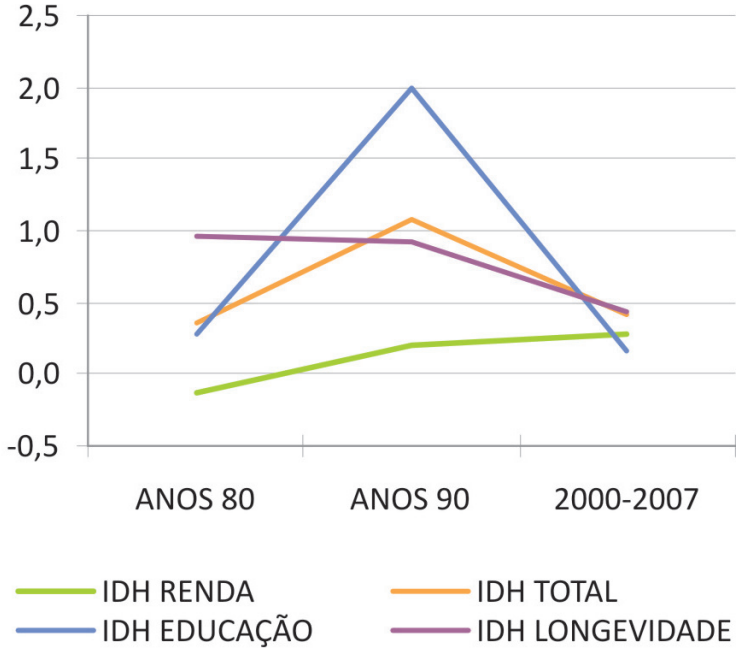
Essas três dimensões estão padronizadas em valores entre 0 e 1, e é por meio do cálculo da sua média simples que se apura o valor final do IDH. Os países são, então, classificados por ordem com base neste valor, sendo o valor máximo de IDH igual a 1.

Em comparação com os demais países da América do Sul, o Brasil tinha, em 1980, um dos piores Índices de Desenvolvimento Humano, suplantando, apenas, o Paraguai e a Bolívia, sem considerar Suriname e Guiana cujos dados não foram disponibilizados. Dez anos depois o país havia superado apenas o Peru. Em 2000, porém, o Brasil foi o que avançou mais rapidamente, ficando acima da Colômbia, Peru, Paraguai e Bolívia, com índice próximo ao da Venezuela. Da virada do milênio em diante, o crescimento no IDH brasileiro desacelerou, o que fez com que Peru, Colômbia e Equador novamente se aproximassem do nível brasileiro. O IDH do Chile, da Argentina, do Uruguai e da Venezuela, no período avaliado, foi sempre superior ao do Brasil (Tabela 1.4).

O IDH do Brasil teve crescimento mais acelerado nos anos 1990, sobretudo na segunda metade da década, desacelerando seu progresso de crescimento após a virada do milênio (Figura 1.7). Das três dimensões medidas pelo IDH, houve redução no ritmo da melhoria em educação e na esperança de vida ao nascer. O subíndice de educação, que crescia 1,99% ao ano na década passada, nesta tem crescimento anual de 0,16%. Na longevidade, de uma evolução anual de 0,91% nos anos 1990, o país passou a ter 0,43%, na mesma comparação. A terceira dimensão, de renda, teve leve melhoria nesta década, passando de 0,22% para 0,29% de crescimento anual.

Em 2007, o Brasil manteve-se entre os países classificados como de desenvolvimento humano elevado (IDH entre 0,800 e 0,899), grupo no qual entrou em 2005. Os líderes do IDH 2007 foram Noruega (0,971), Austrália (0,970), Islândia (0,969), Canadá (0,966) e Irlanda (0,965) que estão entre os 38 países ou territórios classificados pelo PNUD como de desenvolvimento humano muito elevado. Com IDH de 0,813, o Brasil tem sua posição no ranking mundial em 75º entre 182 países e territórios avaliados.

Figura 1.7 Taxa (%) de crescimento anual do IDH do Brasil



Fonte: Elaborado partir de dados apresentados por MALI.

A decomposição do IDH (Tabela 1.5) mostra que o Brasil teve um subíndice de renda inferior ao da média da América Latina e Caribe e à média mundial. Em esperança de vida (longevidade), o Brasil supera a média global, mas não a latino-americana. Educação é o indicador brasileiro que está mais próximo de 0,900 (IDH muito elevado) e mais se distancia da média mundial. A redução de crescimento

5 Paridade do poder de compra - PPC é um método alternativo à taxa de câmbio para se calcular o poder de compra de dois países. A PPC mede quanto uma determinada moeda pode comprar em termos internacionais (normalmente dólar), já que bens e serviços têm diferentes preços de um país para outro. A PPC é necessária porque a comparação dos produtos internos brutos - PIB em uma moeda comum não descreve com precisão as diferenças em prosperidade material. A PPC, ao revés, leva em conta tanto as diferenças de rendimentos como também as diferenças no custo de vida.

Parte_1_Cap_1.indd 76 10/23/10 1:37 AM

Tabela 1.4 Variação do Índice de Desenvolvimento Humano na América do Sul (1980 - 2007)

Países	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007
Chile	0,748	0,762	0,795	0,822	0,849	0,872	0,874	0,878
Argentina	0,793	0,797	0,804	0,824	.....	0,855	0,861	0,866
Uruguai	0,776	0,783	0,802	0,817	0,837	0,855	0,860	0,865
Venezuela	0,765	0,765	0,790	0,793	0,802	0,822	0,833	0,844
Brasil	0,685	0,694	0,710	0,734	0,790	0,805	0,808	0,813
Colômbia	0,688	0,698	0,715	0,757	0,772	0,795	0,800	0,807
Peru	0,687	0,703	0,708	0,744	0,771	0,791	0,799	0,806
Equador	0,709	0,723	0,744	0,758	....	....	0,805	0,806
Suriname	....	....	....	....	....	0,759	0,765	0,769
Paraguai	0,677	0,677	0,711	0,726	0,737	0,754	0,757	0,761
Bolívia	0,560	0,577	0,629	0,653	0,699	0,723	0,726	0,729
Guiana	....	....	....	....	....	0,722	0,721	0,729

Fonte: Elaborado a partir do Relatório de Desenvolvimento Humano 2009 (PNUD, 2009).

Tabela 1.5 Índice de Desenvolvimento Humano 2007 e suas componentes

	IDH 2007	IDH Longevidade	IDH Educação	IDH Renda
Brasil	0,813	0,787	0,891	0,761
América Latina e Caribe	0,821	0,806	0,886	0,770
Países IDH muito elevado	0,955	0,918	....	0,988
Países IDH elevado	0,833	0,790	0,902	0,807
Países IDH médio	0,686	0,698	0,744	0,614
Países IDH baixo	0,423	0,434	0,477	0,359
Mundo	0,753	0,708	0,784	0,768

Fonte: Elaborado a partir do Relatório de Desenvolvimento Humano 2009. PNUD, 2009.

neste índice, portanto, já era de alguma forma esperada, considerando que não é possível obter grande melhoria proporcional em indicadores que se aproximam, cada vez mais, de 100%. Mesmo assim, ainda há espaço para crescer nos critérios usados para medir a escolaridade (taxa de alfabetização e matrícula escolar bruta).

Os dados de esperança média de vida, apresentados na Tabela 1.6, referem-se ao número de anos que se pode esperar que um recém-nascido viva caso se mantenham os padrões das taxas de mortalidade específicas de cada idade existentes por ocasião do seu nascimento. A esperança média de vida do brasileiro em 2007 era de 72,2 anos, superior à média

Parte_1_Cap_1.indd 77 10/23/10 1:37 AM

mundial; contudo, 7,9 anos inferior à média dos países de IDH muito elevado, ficando abaixo, inclusive, da média dos países da América Latina e Caribe. A esperança de vida ao nascer tem correlação positiva com a infraestrutura, requisito que ainda precisa ser muito melhorado no Brasil para fazer este indicador crescer.

Tabela 1.6 Esperança média de vida e Produto Interno Bruto per capita em termos de Poder de Paridade de Compra - PPC, 2007

	Esperança média de vida (anos)	PIB per capita (PPC em US$)
Brasil	72,2	9.567
América Latina e Caribe	73,4	10.077
Países IDH muito elevado	80,1	32.272
Países IDH elevado	72,4	12.569
Países IDH médio	66,9	3.963
Países IDH baixo	51,0	862
Mundo	67,5	9.972

Fonte: Elaborado a partir do Relatório de Desenvolvimento Humano 2009. PNUD, 2009.

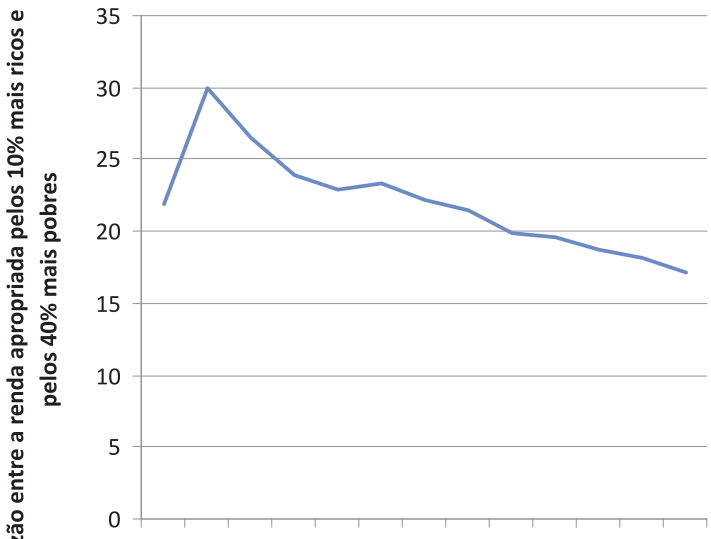
Observa-se ainda, pelos dados da Tabela 1.6, que em 2007 o Produto Interno Bruto per capita do Brasil (US$ 9.567, em PPC) era inferior à média de seu grupo, os países de IDH elevado (US$ 12.569), e muito inferior à média do grupo de países de IDH muito elevado (US$ 32.272), apresentando-se inferior, inclusive, à média da América Latina e Caribe e à média mundial.

1.4.1 Grau de Desigualdade: o Brasil no Mundo

O Brasil apresentava, no início da década de 1990, um dos maiores graus de desigualdade do mundo, onde a renda média dos 10% mais ricos era quase trinta vezes maior que a renda média dos 40% mais pobres (BRASIL, 2004). A partir de 2001, o grau de desigualdade de renda no Brasil declinou de forma acentuada e contínua, atingindo uma redução de 6,21 pontos percentuais em 2008. (Figura 1.8).

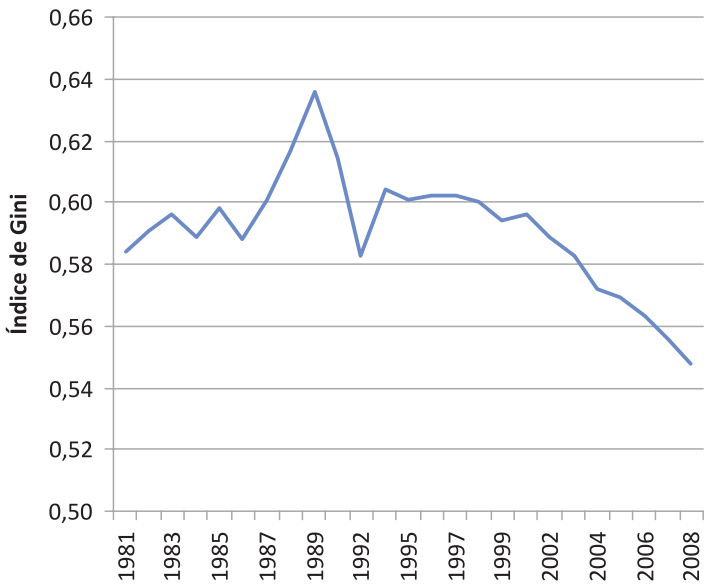
Os resultados obtidos por meio de outro indicador, o índice de Gini, que é a medida de desigualdade de renda mais comumente utilizada no mundo, mostram o mesmo comportamento de declínio acentuado da desigualdade na distribuição de renda entre 2001 e 2008 (Figura 1.9). O grau de concentração de renda no Brasil declinou 8,1% entre 2001 e 2008, passando de 0,596 para 0,548, quando atingiu o menor valor registrado no país desde 1977, correspondendo a uma taxa de redução média anual de 1,2%. Desde o início dos anos 1980, até 2001, o índice de Gini oscilava em torno de 0,600, comportamento que manteve o Brasil entre os países de maior desigualdade de renda do mundo.

Figura 1.8 Evolução da desigualdade na renda domiciliar per capita no Brasil, segundo a razão entre os 10% mais ricos e os 40% mais pobres, de 1985 a 2008



Fonte: Elaborado a partir de dados do IPEADATA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>.

Figura 1.9 Evolução da desigualdade na renda domiciliar per capita no Brasil, segundo o Índice de Gini, de 1981 a 2008



Fonte: Elaborado a partir de dados do IPEADATA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>.

Parte_1_Cap_1.indd 78 10/23/10 1:37 AM

Apesar dessa acentuada queda, a desigualdade de distribuição da renda brasileira permanece extremamente elevada. Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano 2009 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, em 2007, o Brasil apresentava a 10ª posição no *ranking* de maior desigualdade na distribuição de renda, numa lista de 182 países e territórios avaliados, superando apenas a Colômbia, Bolívia, Haiti, Honduras, Botsuana, Namíbia, África do Sul, Comores e Angola.

É necessário esclarecer, contudo, conforme citado em documento editado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2010), que a desigualdade não é um problema apenas dos países em desenvolvimento.

1.4.2 Evolução da Proporção de Pobres, Fome e Desnutrição Infantil no Brasil

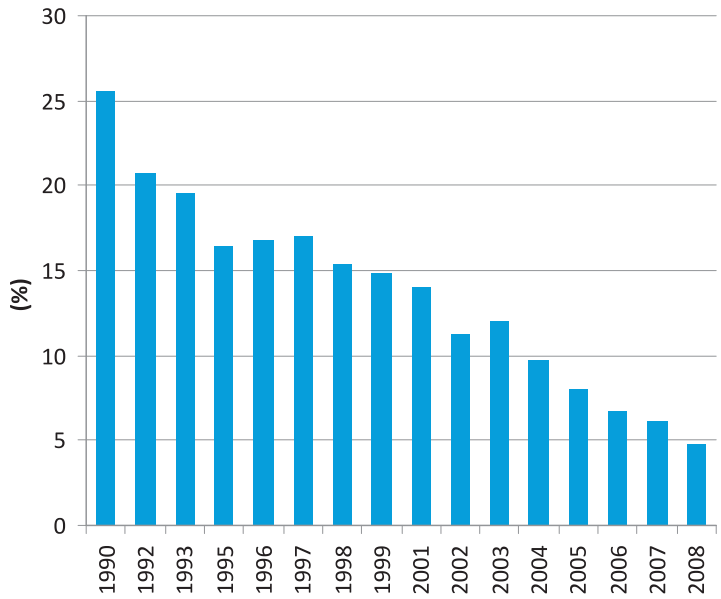
O primeiro e principal Objetivo de Desenvolvimento do Milênio - ODM[6] é a erradicação da extrema pobreza e da fome no mundo. Para realizar esse objetivo, a Cúpula do Milênio[7] estabeleceu duas metas a serem alcançadas até 2015. A primeira é a redução do nível de incidência da pobreza extrema na população mundial à metade do observado em 1990; a segunda é a redução, à metade, da proporção de pessoas que passam fome.

As metas de redução da pobreza extrema e da fome não se aplicam aos países individualmente, mas ao mundo. Podem ser atingidas mesmo que alguns países não logrem alcançá-las, desde que outros tenham um desempenho ótimo e as ultrapassem. Nesse contexto, o Brasil tem tentado fazer mais do que apenas a sua parte para que o mundo atinja o primeiro Objetivo de Desenvolvimento do Milênio, estabelecendo, para si, metas mais ambiciosas do que as acordadas pela comunidade internacional, ou seja, reduzir a pobreza extrema a um quarto do nível de 1990 e a erradicação da fome até 2015.

De acordo com o Quarto Relatório Nacional de Acompanhamento das Metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (IPEA, 2010a), a meta brasileira de reduzir a pobreza extrema a um quarto do nível de 1990 foi alcançada em 2007 e superada em 2008.

Em 1990, 25,6% dos brasileiros tinham renda domiciliar *per capita* abaixo da linha de pobreza internacional de US$ 1,25 PPC / dia, ou seja, um a cada quatro brasileiros tinha renda diária cujo poder de compra no mercado local era inferior ao poder de compra de US$ 1,25 nos EUA. A redução da pobreza extrema desde 1990 foi de tal ordem que, em 2008, apenas 4,8% da população (um a cada 20 brasileiros) eram pobres segundo o critério internacional (Figura 1.10).

Figura 1.10 Porcentagem da população sobrevivendo com menos de US$ 1,25 PPC por dia no Brasil*, de 1990 a 2008



*Exclusive a população rural dos Estados de RO, AC, AM, RR, PA e AP. Fontes: renda IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, PNAD.

Fatores PPC: Nações Unidas, Divisão de Estatísticas (Banco Mundial, ICP 2005). Inflação média anual do Brasil e dos EUA: Fundo Monetário Internacional, World Economic Outook, 2009.

Fonte: IPEA, 2010a.

A redução acentuada da pobreza extrema é mais bem compreendida em sua expressão populacional (Figura 1.11). De 1990 a 2008, enquanto a população brasileira cresceu de 141 milhões para cerca de 186 milhões, a população extremamente pobre decresceu de 36,2 para 8,9 milhões de pessoas. Em 2008, havia um quarto dos pobres existentes em 1990 e pouco mais de um terço dos existentes em 1995.

O principal indicador da segunda meta, redução da fome no mundo, é a porcentagem de crianças de zero a quatro anos com peso abaixo do esperado para sua idade, tendo como

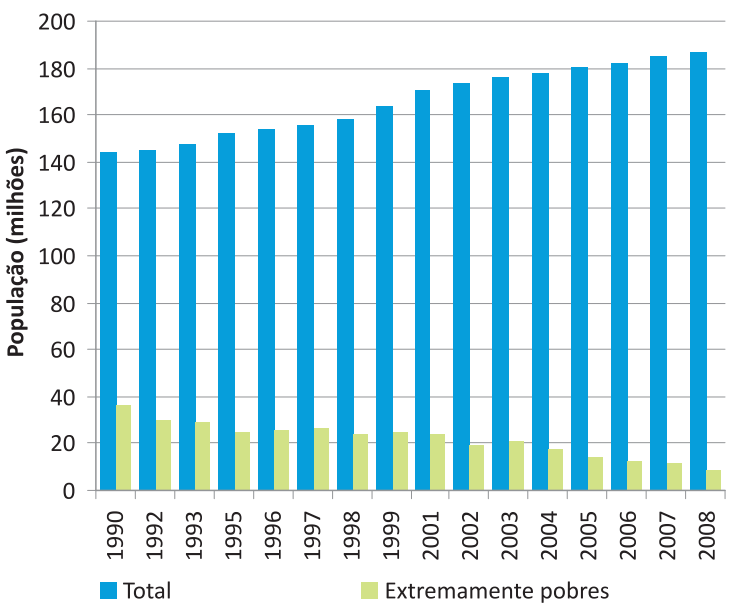
6 Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM surgiram da Declaração do Milênio das Nações Unidas, adotada por 191 Estados Membros no dia 8 de setembro de 2000. A Declaração do Milênio traz uma série de compromissos concretos que, se cumpridos nos prazos fixados, segundo os indicadores quantitativos que os acompanham, deverão melhorar o destino da humanidade no século XXI. Erradicar a extrema pobreza e a fome; educação básica de qualidade para todos; promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde das gestantes; combater a AIDS, a malária e outras doenças; garantir a sustentabilidade ambiental; e estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento são os oito Objetivos de Desenvolvimento apresentados na Declaração do Milênio, e que se pretende alcançar até 2015.

7 A Cúpula do Milênio refere-se ao encontro dos 191 Chefes dos Estados Membros da Organização das Nações Unidas, realizado entre os dias 6 e 8 de setembro de 2000, no qual foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e suas respectivas metas.

Parte_1_Cap_1.indd 79 10/23/10 1:37 AM

referência as curvas de crescimento de crianças saudáveis e bem alimentadas da Organização Mundial da Saúde. Em 1996, 4,2% das crianças brasileiras de zero a quatro anos tinham peso bem abaixo do esperado para a sua idade. Em 2006, essa porcentagem havia se reduzido a menos da metade, passando a 1,8%. (IPEA, 2010a).

Figura 1.11 População total e população sobrevivendo com menos de US$ 1,25 PPC por dia (em milhões) no Brasil*, de 1990 a 2008



*Exclusive a população rural dos Estados de RO, AC, AM, RR, PA e AP. Fontes: renda IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, PNAD.

Fatores PPC: Nações Unidas, Divisão de Estatísticas (Banco Mundial, ICP 2005). Inflação média anual do Brasil e dos EUA: Fundo Monetário Internacional, World Economic Outook, 2009.

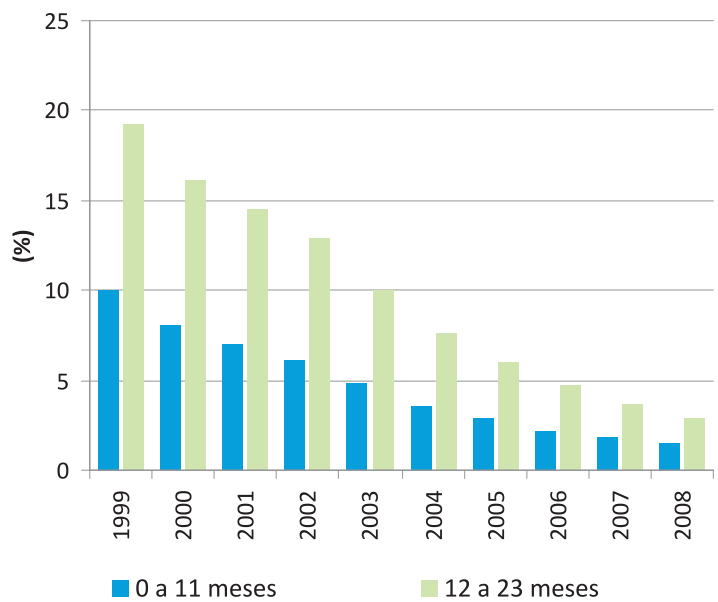
Fonte: IPEA, 2010a.

As informações sobre as crianças com menos de dois anos de idade atendidas pelas equipes da Estratégia Saúde da Família - ESF[8] também exibem franca redução da desnutrição energético-protéica na infância. Esse é um dado relevante, pois embora não envolva todas as crianças do país, grande parte daquelas cujo perfil socioeconômico implica maior risco de desnutrição é atendida pela ESF. Entre as crianças atendidas com até 11 meses de idade, apenas 1,5% foram consideradas desnutridas em 2008. Na faixa etária seguinte, 12 a 23 meses de idade, 2,9% estavam desnutridas (Figura 1.12).

8 A Estratégia Saúde da Família – ESF foi criada pelo Ministério da Saúde em 1994, com o propósito de reorganizar a prática da atenção à saúde em novas bases, ou seja, levar a saúde para mais perto da família, priorizando as ações de prevenção, promoção e recuperação da saúde das pessoas de forma integral e contínua. O atendimento é prestado na unidade básica de saúde ou nos domicílios, por profissionais (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde) que compõem as equipes da ESF. Esses profissionais e a população que participa do projeto criam vínculos de co-responsabilidade, o que facilita o atendimento aos problemas de saúde da comunidade.

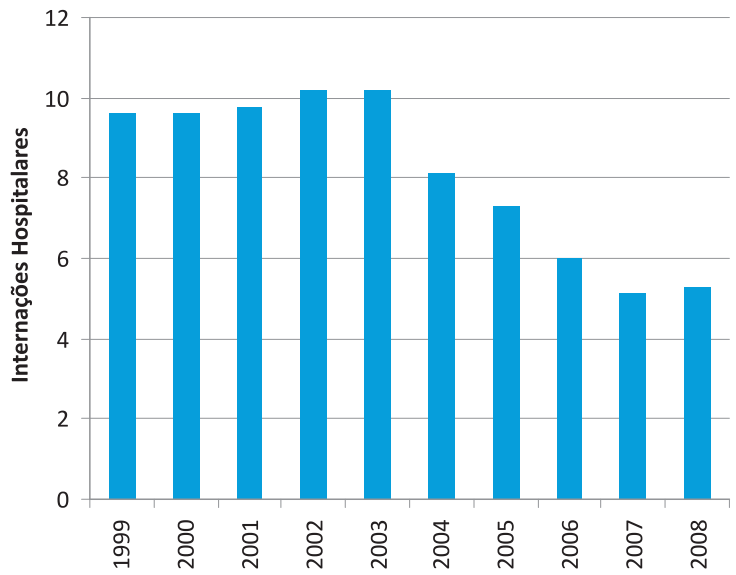
As internações hospitalares de crianças com até 11 meses de idade devido exclusivamente a desnutrição, deficiências vitamínicas e suas sequelas são eventos menos frequentes, tendo sido reduzidas de 9,6 por mil, em 1999, para 5,3 por mil em 2008 (Figura 1.13).

Figura 1.12 Porcentagem de crianças com até 23 meses atendidas pela Estratégia Saúde da Família com peso abaixo do esperado para essa idade no Brasil*, 1999 a 2008



* Somente crianças atendidas pela Estratégia Saúde da Família. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Sistema de informações de Atenção Básica.
Fonte: IPEA, 2010a.

Figura 1.13 Internações hospitalares por desnutrição em cada 1.000 internações de crianças de 0 a 11 meses de idade no Brasil*, de 1999 a 2008



* Somente crianças atendidas pela Estratégia Saúde da Família. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Sistema de informações de Atenção Básica.
Fonte: IPEA, 2010a.

Parte_1_Cap_1.indd 80 10/23/10 1:37 AM

Considerando-se a diminuição da porcentagem nacional de crianças abaixo do peso esperado, no período 1996-2006, o Brasil já superou a meta internacional de reduzir a fome à metade até 2015. Análises mais detalhadas do estado nutricional das crianças de zero a quatro anos, a partir das informações da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde e de outros levantamentos e registros administrativos, incluindo indicadores adicionais como o da adequação de peso para a altura e da altura para a idade, revelaram estar o Brasil próximo de erradicar a desnutrição na infância e alcançar sua própria meta.

1.4.3 Sistema Nacional de Políticas Sociais

Desde o final da década de 1980, novas concepções sociais passaram a integrar a agenda pública brasileira e a orientar a formulação das políticas sociais no país, destacando-se:

- Reforço da seletividade e focalização - priorizar, na agenda, nos recursos e nas ações sociais, os programas para os setores pobres, focalizando o gasto e as ações nas necessidades básicas dos grupos mais vulneráveis, etária e espacialmente localizados.

- Combinação de programas universais e seletivos - diferentemente da oposição universalismo *versus* seletividade, parece ter sido ampliado o entendimento de que, no Brasil, as redes públicas de educação básica e de saúde são cruciais e estratégicas, tanto por seus serviços próprios quanto por poderem sediar programas de massa. Desse modo, os programas focalizados complementariam os universais, apoiando-se mutuamente.

- Programas de renda mínima - as transferências monetárias para garantir patamares mínimos de renda individual ou familiar passaram a integrar a lista de programas de combate à pobreza, principalmente por meio de fórmulas que acoplam objetivos de renda mínima a objetivos de melhoria de desempenho escolar e de saúde de filhos menores.

- Parceria público/privada - maior aceitação da participação das organizações não-governamentais na oferta de serviços sociais, entendendo-se que, sozinho, o Estado é incapaz de responder ao grande desafio da pobreza, sendo, portanto, necessária a ampliação das iniciativas dos setores organizados da sociedade para a prestação de serviços sociais.

- Ampliação de programas do tipo produtivo - no desenho de novos programas, registra-se também a preocupação crescente com aqueles que possam contribuir para o reforço da capacidade e da produtividade dos segmentos pobres na geração de renda, tais como programas de capacitação, de apoio à micro e pequena empresa e de abertura de frentes de trabalho.

- Ampliação de programas de acesso à alimentação – destinados a aumentar a oferta de alimentos de elevado poder nutritivo e melhorar as condições de vida das famílias em situação de insegurança alimentar. No desenho dos programas, considera-se segurança alimentar e nutricional como sendo a garantia de acesso à alimentação todos os dias, em quantidade suficiente e com a qualidade necessária.

- Programas de geração de trabalho e renda – representam uma ação para gerar, de forma sustentável, trabalho e renda para famílias carentes, vulneráveis, beneficiárias de programas sociais.

Nesse contexto, com o intuito de acabar com a pobreza extrema, o Governo Federal criou em 2004 o Programa Bolsa Família, visando garantir o direito à alimentação, à saúde, à educação e à conquista da cidadania pela parcela da população mais vulnerável à fome. Nesse programa, o governo repassa o benefício financeiro diretamente às famílias e elas assumem o compromisso de manter os filhos na escola e fazer o acompanhamento da saúde das crianças, adolescentes e gestantes.

Atualmente, as principais políticas sociais em andamento são as voltadas ao combate à pobreza e à fome; à universalização e à qualificação da educação; à geração de emprego e renda para os mais pobres; à ampliação e à melhoria dos serviços de saúde; ao combate às desigualdades socioeconômicas e também às provenientes de raça e gênero. São, em resumo, políticas que têm como foco principal a elevação da qualidade de vida dos brasileiros, especialmente daqueles em situação de vulnerabilidade social (IPEA, 2010a).

1.4.4 O Desenvolvimento Humano e Mudanças no Padrão Demográfico

Uma das mais importantes transformações estruturais da sociedade brasileira nas últimas décadas foi a mudança de seu padrão demográfico. Essa mudança vem ocorrendo, de maneira acelerada, desde o final da década de 1960.

Apesar das imensas desigualdades regionais e sociais, a mortalidade da população brasileira experimentou declínio rápido e sustentado a partir do início da década de 1940,

Parte_1_Cap_1.indd 81 10/23/10 1:37 AM

acarretando aumento da esperança de vida ao nascer da população, que passou de 41 para 54 anos entre as décadas de 1930 e 1960. Entretanto, o nível de fecundidade manteve-se alto até meados da década de 1960, declinando somente nas regiões Sul e Sudeste (mesmo assim, de maneira discreta) e mantendo-se constante ou até aumentando nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Assim, a taxa de fecundidade total caiu apenas de 6,5 para 5,3 filhos por mulher durante esse período. O resultado dessa evolução foi um sensível aumento da taxa média de crescimento da população, que passou de 2,4% na década de 1940 para 3,0% na década de 1950 e 2,9% na década de 1960.

Como a população brasileira manteve-se basicamente fechada, isto é, sem entrada e saída significativa de migrantes, e com níveis de fecundidade altos e bastante estáveis, sua distribuição etária permaneceu aproximadamente constante e jovem entre 1940 e 1970, apesar do rápido declínio da mortalidade e da aceleração de seu ritmo de crescimento. Dessa forma, durante todo aquele período, 52% da população tinham menos de 20 anos de idade.

No final da década de 1960, tem início no país um processo rápido e generalizado de declínio da fecundidade. Anteriormente limitado aos grupos sociais urbanos mais privilegiados das regiões mais desenvolvidas, tal processo logo se estendeu a todas as classes sociais e às mais diversas regiões. Assim, a taxa de fecundidade total caiu de 5,8 em 1970, para 4,3 em 1975 e 3,6 em 1984, o que corresponde a um declínio superior a 37% em um período de apenas 15 anos.

Os dados do Censo de 1991 confirmaram a tendência de rápido declínio da fecundidade no Brasil. Aquém de todas as expectativas, a população brasileira atingiu em 1991 apenas cerca de 147 milhões de habitantes, tendo a taxa média anual de crescimento entre 1980 e 1991 caído para 1,9%, contra 2,4% observados em 1980.

De fato, pode-se afirmar que o declínio da fecundidade no Brasil não é um fenômeno conjuntural, mas um processo irreversível, dentro daquilo que, em demografia, convencionou-se chamar de transição demográfica. Informações sobre o uso de anticoncepcionais no Brasil fortalecem tal assertiva.

Conforme dados censitários de 1980, 1991 e 2000, a mudança no padrão do crescimento demográfico produziu, já em curto prazo, algumas consequências significativas: a taxa média anual de crescimento da população, que na década de 1960 era de 2,9%, caiu para 2,5%, 1,9% e 1,6% nas três décadas seguintes; e a proporção da população abaixo de 10 anos de idade diminuiu significativamente. Esses dados demonstram que a população brasileira entrou em um processo de declínio contínuo da taxa de crescimento e em um processo de desestabilização da distribuição etária.

Outro aspecto fundamental evidenciado por esses dados é o expressivo "envelhecimento" da população, ou seja, o peso progressivamente menor de jovens, em decorrência do declínio da fecundidade ocorrido entre 1970 e 1991. No perfil etário da população, o Censo Demográfico de 2000 indicou que para cada 100 crianças o Brasil possuía 30 idosos. Nessa pesquisa, detectou-se que no total de idosos, as mulheres eram a maioria; os idosos tinham, em média, 69 anos de idade e 3,4 anos de estudo; e a maior parte vivia em grandes cidades.

De acordo com a Síntese de Indicadores Sociais (IBGE, 2008), elaborada com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD, cuja cobertura abrange todo o território nacional, a densidade demográfica média no Brasil, em 2008, era de 22 habitantes/km^2. A população com menos de um ano de idade declinou em 27,8%, passando de 1,8% da população total, em 1998, para 1,3%, em 2008. O número de crianças e adolescentes com até 14 anos de idade representava 24,7% do total da população, enquanto em 1998 esse percentual era de 30,0%, representando uma redução de 17,7% nos últimos 10 anos. A PNAD possibilitou identificar, também, um considerável aumento da população idosa de 70 anos ou mais de idade, indicando um total de 9,4 milhões de pessoas nessa faixa etária, correspondente a 4,9% da população total.

Considerando a continuidade das tendências verificadas para as taxas de fecundidade e longevidade da população brasileira, as estimativas para os próximos 20 anos indicam que a população idosa poderá exceder 30 milhões de pessoas em 2020, chegando a representar quase 13% da população.

A fecundidade manteve-se como fator demográfico fundamental para a caracterização da evolução da população brasileira. Em 2008, a taxa de fecundidade total foi de 1,9, contra 3,6 verificada em 1984, o que traduz a continuidade do processo intenso e acelerado de declínio da fecundidade ocorrido na sociedade brasileira nas últimas décadas.

1.4.5 Perfil da Educação

Os indicadores de educação no Brasil apresentaram melhoria significativa nas últimas décadas, com redução da taxa

Parte_1_Cap_1.indd 82 10/23/10 1:37 AM

de analfabetismo, aumento do número de matrículas em todos os níveis de ensino e crescimento da escolaridade média da população. Apesar disso, a situação da educação no país ainda é insatisfatória, tanto do ponto de vista quantitativo, quanto qualitativo. Alguns dos principais indicadores da educação no Brasil nas últimas décadas são apresentados na Tabela 1.7.

Um adequado grau de instrução da população é requisito essencial para o desenvolvimento do país, para garantir o exercício da cidadania e promover a igualdade de oportunidades na sociedade. O desafio de ampliar a escolaridade e a qualidade da educação no Brasil ainda se coloca de forma marcante, sobretudo em virtude da persistência de problemas de ensino e aprendizagem (IPEA, 2006a).

A análise da evolução do nível de escolaridade ao longo das últimas décadas revela que, apesar do crescimento observado, de uma média de dois anos de estudos em 1960 para cerca de seis anos em 2000, esse aumento é menor do que o esperado, em função do crescimento da renda per capita no mesmo período.

Em 2000, 86,8% das pessoas com 15 anos de idade ou mais eram alfabetizadas, sendo que essa porcentagem passou para 89% em 2005. A região Sul possui o menor índice de pessoas com 15 anos ou mais de idade que não são alfabetizadas (5,9%) e a região Nordeste, o maior índice (21,9%). No Brasil, a taxa de analfabetismo declinou de 20,1% em 1990, para 13,6% em 2000 e 11% em 2005. Houve significativa melhora nos índices de escolarização devido a intensas políticas voltadas para essa área. Em relação aos estados, o Distrito Federal tem a menor taxa de analfabetismo do país, com 4,7%. Os demais estados com os melhores índices são Rio de Janeiro com 4,8%, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com 5,2%, e São Paulo com 5,4%. Alagoas tem o maior índice de analfabetismo do país, com 29,3%. Na zona rural, houve um aumento da taxa de alfabetização, que era de 72,4% em 2000 e passou para 75% em 2005. A região Sul, com 9,8% tem a menor proporção de pessoas que não são alfabetizadas no campo. Já a região Nordeste apresenta o pior desempenho do país, com 36,4% das pessoas analfabetas com 15 anos ou mais de idade.

No grupo de pessoas entre 7 e 14 anos de idade, que corresponde à faixa etária em que a grande maioria das crianças deveria estar cursando o ensino fundamental, a parcela que não estava na escola era de 2,7%. O menor resultado desse indicador foi o da região Sudeste (1,8%), vindo em seguida o da região Sul (2,1%). No outro extremo, a região Norte tinha fora da escola 4,3% do grupo etário de 7 a 14 anos e a região Nordeste, 3,5%. Na região Centro-Oeste esse indicador situou-se em 2,4%.

De acordo com o IBGE (2006a), a taxa de analfabetismo das pessoas com 10 anos ou mais de idade caiu de 14,7% para 11,4%, de 1995 para 2001, e situou-se em 10,1%, em 2005. Na faixa etária de 10 a 14 anos de idade, em que se espera que a criança esteja pelo menos alfabetizada, a taxa de analfabetismo baixou de 9,9%, em 1995, para 4,2%, em 2001, e ficou em 3,2%, em 2005. Na região Nordeste, esse indicador estava em 23,9%, em 1995, e decresceu de 9,5%, em 2001, para 7,0%, em 2005. Apesar desse avanço, esse último resultado ainda ficou muito distanciado do patamar alcançado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Entre 1991 e 2005, foram incorporados 4,6 milhões de estudantes ao ensino fundamental e outros 5,2 milhões ao ensino médio das redes públicas de ensino. Apesar de no Brasil, o analfabetismo estar concentrado na população adulta e principalmente entre os idosos, o sistema brasileiro de ensino ainda não conseguiu erradicar essa situação entre os jovens, conforme demonstrado nos índices acima.

Houve significativa melhora nos índices de escolaridade como resultado das políticas voltadas à educação. Em 2005, as escolas públicas eram frequentadas por 79,8% dos estudantes. A frequência escolar melhorou em todos os grupos etários. A maior proporção de crianças na escola (97,3%) concentra-se na idade de 7 a 14 anos. No entanto, ainda é muito alta a proporção de alunos que progridem de forma lenta ou que abandonam os estudos.

Contudo, a baixa qualidade do sistema educacional está menos relacionada à escassez de recursos do que à ineficiência com que esses são distribuídos e utilizados. Essa ineficiência decorre, em grande parte, do formato institucional do sistema, marcado por forte fragmentação, ausência de instâncias efetivas de coordenação e precariedade dos mecanismos de informação e avaliação. No entanto, o Brasil tem buscado realizar programas com o intuito de melhorar o sistema educacional brasileiro, bem como a progressiva universalização do acesso à educação básica.

Educação básica

O Brasil praticamente universalizou o acesso à escola para a população de 7 a 14 anos. Entre 1992 e 2005, ampliou-se expressivamente a proporção de jovens na escola (taxa de frequência escolar) e houve também redução significativa de diversos tipos de desigualdade (Tabela 1.8).

Parte_1_Cap_1.indd 83 10/23/10 1:37 AM

Tabela 1.7 Principais indicadores da educação no Brasil ao longo das últimas décadas

Indicadores da Educação no Brasil – 1960 a 2006						
Indicadores	1960	1970	1980	1991	2000	2006
Taxa de Alfabetização de Adultos (*)	60,4	66,4	74,5	79,9	86,8	89,3
Analfabetos	**39,6**	33,6	**25,5**	**20,1**	**13,2**	**10,7**
Nível de Educação da População (**)						
Fundamental primeira fase	41,0	40,0	40,0	38,0	43,0	ND
Fundamental segunda fase	10,0	12,0	14,0	19,0	13,0	ND
Médio	2,0	4,0	7,0	13,0	16,0	ND
Superior	1,0	2,0	5,0	8,0	7,0	ND
Número Médio de Anos de Estudo	2,1	2,4	3,6	5,0	5,7	ND

(*) Pessoas com idade de 15 anos ou mais. (**) Pessoas de 25 anos ou mais de idade, por nível educacional concluído.

Fonte: IPEA/PNUD, 1996; IBGE, 1960; IBGE, 2000b; IBGE, 2006a.

Tabela 1.8 Taxa de frequência escolar das pessoas de 7 a 17 anos por nível de ensino, segundo sexo e situações de domicílio, 1992 e 2005 (%)

Características Selecionadas	Fundamental – 7 a 14 anos		Médio – 15 a 17 anos	
	1992	2005	1992	2005
Total*	81,4	94,5	18,2	46,0
Norte*	82,5	93,9	11,7	35,4
Nordeste	69,7	92,4	9,5	30,1
Sudeste	88,0	95,8	24,3	57,4
Sul	86,9	95,9	23,1	53,6
Centro-Oeste	85,9	94,7	17,5	45,9
Sexo				
Homem	79,9	94,3	15,1	41,2
Mulher	82,7	94,8	21,3	50,7
Situação de domicílio				
Rural	66,5	92,5	5,3	25,7
Urbana	86,2	95,0	22,3	50,4

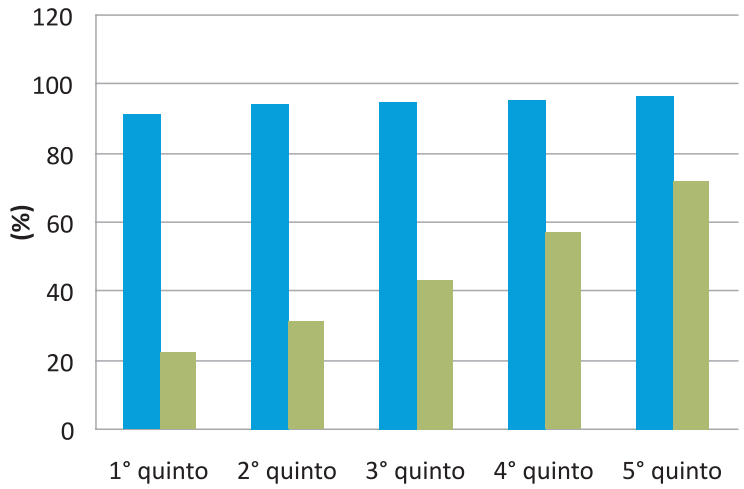
*Exclusive a população rural dos estados de RO, AC, AM, RR, PA e AP.
Fonte: IPEA, 2007.

Uma comparação entre as taxas de frequência no ensino fundamental das regiões brasileiras mostra que houve redução das disparidades nesse aspecto. Entre 1992 e 2005, a diferença entre as regiões que registravam o maior e o menor índice caiu de cerca de 20% para menos de 4%. No ensino médio, ocorreu tendência semelhante: no mesmo período, a assimetria entre as taxas de frequência das regiões Nordeste e do Sudeste recuou de 61% para 48%.

Outra grande conquista é refletida nos indicadores da área rural e da urbana, entre 1992 e 2005. Se no início do período 66,5% das crianças de 7 a 14 anos da área rural frequentavam esse nível de ensino, no final do período, o índice elevou-se para 92,5%.

No entanto, a comparação entre estudantes segundo a renda familiar demonstra a persistência das desigualdades (Figura 1.14). No ensino fundamental, a diferença entre a taxa de frequência escolar dos mais ricos e dos mais pobres é de 5 pontos percentuais; no ensino médio, a disparidade é cerca de dez vezes maior.

Figura 1.14 Taxa de frequência (%) das pessoas com 7 a 17 anos de idade por grupos de idade, segundo os quintos de rendimento familiar mensal per capita em 2005



Fonte: Elaborado com base nos dados do IPEADATA. Disponível em: < http://www.ipeadata.gov.br/>.

A baixa taxa de frequência no ensino médio, na faixa etária de 15 a 17 anos, deve-se, sobretudo à enorme distorção idade-série que atinge a maioria desses jovens, em

Parte_1_Cap_1.indd 84 10/23/10 1:37 AM

especial os que pertencem aos grupos de menor renda. Em 2005, perto de 82% dos brasileiros de 15 a 17 anos frequentavam a escola, mas somente 45% deles cursavam o ensino médio. Entre os integrantes do grupo dos 20% mais pobres, a taxa de frequência era metade da média nacional.

Apesar dos avanços da sociedade brasileira, ainda é muito alta a proporção de alunos que progridem de forma lenta e dos que abandonam os estudos – o que contribui para manter em patamares baixos a taxa de conclusão no ensino fundamental.

Ensino técnico

O ensino técnico constitui uma grande deficiência do sistema educacional brasileiro. A oferta total do ensino técnico não chega a 1 milhão de matrículas por ano, mesmo tendo crescido 20% entre 2003 e 2005. O crescimento maior se deu no segmento privado.

Apesar do peso do setor privado, a face mais conhecida e consolidada desse grupo é a rede de escolas técnicas federais, com 138 estabelecimentos e perto de 80 mil alunos em todo país. A maior fatia da oferta pública, no entanto, está na rede de escolas técnicas estaduais, com 553 estabelecimentos e 165 mil alunos.

A matrícula nos cursos técnicos representa aproximadamente 10% do total de alunos do ensino médio regular (9,2 milhões em 2005, de acordo com dados do Ministério da Educação - MEC/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira – INEP, 2008) e não chega a 2% da População Economicamente Ativa - PEA com oito anos de estudo ou mais (46 milhões de trabalhadores), que seriam candidatos potenciais aos cursos técnicos.

Ensino de jovens e adultos

O crescimento da Educação de Jovens e Adultos - EJA vem se dando principalmente no nível fundamental, o que é consistente com o fato de quase metade da população economicamente ativa ter menos de oito anos de estudo. Para esta clientela, de jovens e adultos ocupados ou em busca de trabalho, a EJA é não apenas o caminho mais rápido, mas também mais atrativo do que o ensino médio regular, em virtude de ambientes, horários, e em alguns casos, de metodologias mais ajustadas ao seu perfil, como o "Novo Telecurso e o Telecurso 2000"[9]; o "Tecendo o Saber"[10] e a "Escola da Juventude"[11].

De todo modo, a oferta atual de EJA (na casa de 6 milhões de matrículas) ainda é pequena, em vista de seu mercado potencial de 45 milhões de jovens e adultos que estão na PEA (ocupados ou não) e não completaram a escola fundamental.

Estima-se que entre 2003 e 2004, quase 8 milhões de jovens e adultos foram – teoricamente – alfabetizados, o que teria sido suficiente para cobrir perto de 90% da PEA com menos de um ano de estudo. Nesse ritmo, o analfabetismo absoluto (total incapacidade de ler e escrever) poderia ser erradicado em pouco tempo.

A questão, no entanto, é mais complexa, pois há dúvida sobre a eficácia da alfabetização de adultos em programas curtos, sem continuidade no supletivo ou em cursos profissionais. Além disso, persiste o problema do analfabetismo funcional.

Ensino superior

No período de 2002 a 2007, o Brasil obteve um grande avanço em diversos indicadores do ensino superior, como o aumento do número de cursos oferecidos (Tabela 1.9), aumento do número de vagas (Tabela 1.10) e aumento do número de ingressos (Tabela 1.11). Com relação ao ensino presencial de graduação, foi registrado, pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2007, o funcionamento de 23.488 cursos em todo o Brasil, representando um aumento de 6,3% em relação a 2006. O menor crescimento no número de cursos se deu na região Nordeste

9 Esses programas são continuamente atualizados. Em 1978, foi criado o Telecurso 2º grau, que foi um projeto pioneiro na teleducação brasileira. Em 1981, surgiu o Telecurso 1º grau. Em 1994, a Fundação Roberto Marinho, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP, lançaram o Telecurso 2000, que consistia em uma proposta educacional inovadora voltada para as pessoas que não concluíram os ensinos fundamental e médio. Hoje, o Telecurso é reconhecido mundialmente como uma metodologia que promove um salto de qualidade na educação, tendo beneficiado mais de 5,5 milhões de pessoas. Em 2006, o Telecurso entrou em um novo ciclo virtuoso. Os parceiros lançaram um conjunto de medidas para intensificar sua abrangência: ampliação de conteúdos e inclusão de novas ações, disciplinas e tecnologias. Nasceu, assim, o Novo Telecurso: um investimento de enorme relevância social em mais 10 anos.

10 Tecendo o Saber é um projeto que oferece a jovens e adultos a oportunidade de estudar os conteúdos da primeira etapa do ensino fundamental - correspondente às quatro primeiras séries. Os programas do Tecendo o Saber são veiculados pela Tv Globo, pelo Canal Futura e pela TV Escola. Além disso, são disponibilizados para todas as demais emissoras educativas, comunitárias e universitárias.

11 A Escola da Juventude é um programa dos governos estaduais para que jovens e adultos consigam cursar o Ensino Médio em um tempo menor do que o convencional, com um programa de aulas nos finais de semana e uso de tecnologias que aceleram o processo de aprendizado, como laboratórios de informáticas e salas de vídeo.

Parte_1_Cap_1.indd 85 10/23/10 1:37 AM

(0,5%), embora outras regiões com baixo percentual de cobertura do ensino superior tenham apresentado crescimento acima da média brasileira, casos da região Norte (8,7%) e Centro-Oeste (7,2%). Do mesmo modo que nos anos anteriores, as Instituições de Ensino Superior - IES privadas foram responsáveis pela oferta do maior número de cursos em 2007, um total de 16.892. Contudo, as instituições federais de ensino superior apresentaram o maior crescimento percentual (8,8%) no número de cursos em relação a 2006 (IBGE, 2007b).

A população de estudantes no ensino superior triplicou desde 1980 – de 1,4 milhão para 4,2 milhões – o número de instituições dobrou e acentuou-se a predominância das instituições particulares. Elas hoje representam praticamente 90% das IES do país e oferecem 88% das vagas.

Nesse contexto de expansão do ensino superior, é importante reconhecer que a pós-graduação brasileira continua marcadamente pública. É o melhor setor do ensino superior no Brasil e abastece adequadamente a graduação com professores mestres e doutores.

Pode-se discutir se os mestres usam o seu potencial e se o regime horista, que prevalece nas instituições privadas, é uma boa solução. Mas não se pode deixar de apreciar o enorme avanço desses docentes pelo setor privado, posto que 70% dos professores com mestrado atuam nessas instituições. Isso revela que, mesmo com a grande expansão recente, os quadros docentes são cada vez mais qualificados, ou seja, não há problemas nem de suprimento de professores e nem de oferta de vagas na graduação.

O Governo Federal vem criando nos últimos anos iniciativas para aumentar o alcance do ensino superior para todas as classes sociais. Dentre essas medidas, pode-se citar o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - Reuni[12], que é uma das ações integrantes do Plano de Desenvolvimento da Educação - PDE, e foi instituído em reconhecimento ao papel estratégico das universidades – em especial do setor público – para o desenvolvimento econômico e social.

Com o Reuni, o Governo Federal adotou uma série de medidas a fim de retomar o crescimento do ensino superior público, criando um programa multidimensional e, ao mesmo tempo, acadêmico, político e estratégico. Os efeitos da iniciativa podem ser percebidos pelos expressivos números da expansão de vaga, iniciada em 2008 e prevista para concluir-se em 2012, e pela oportunidade que representa para a reestruturação acadêmica com inovação que significará, em curto prazo, uma verdadeira revolução na educação superior pública do país.

É possível caracterizar e qualificar os três ciclos da expansão recente das universidades federais brasileiras:

- Primeiro Ciclo - Expansão para o Interior (2003/2006): criação de dez novas universidades federais em todas as regiões; consolidação de duas universidades federais; criação e consolidação de 49 *campi* universitários, interiorização da educação pública e gratuita com efeitos imediatos sobre o atendimento à forte demanda do interior; impacto positivo nas estruturas – física, política, social, cultural, econômica, ambiental; criação e ampliação da oferta de novas oportunidades locais e regionais; e combate às desigualdades regionais e espaciais;

- Segundo Ciclo - Expansão com Reestruturação (2007/2012): adesão da totalidade das 54 instituições federais de ensino superior (então existentes em dezembro de 2007); 26 projetos com componentes de inovação; consolidação e implantação de 95 *campi* universitários; quadro perceptível de ampliação do número de vagas da educação superior, especialmente no período noturno;

- Terceiro Ciclo - Expansão com ênfase nas interfaces internacionais (2008): criação de universidades federais em regiões territoriais estratégicas, com objetivos de ensino, pesquisa e extensão no âmbito da integração e da cooperação internacional sob liderança brasileira.

O Reuni tem como objetivos, metas e diretrizes gerais criar condições (aporte de recursos) para a ampliação do acesso e da permanência na educação superior; aumentar a qualidade do ensino por meio da inovação e adequação acadêmicas com a articulação entre graduação, pós-graduação e educação básica, profissional e tecnológica; melhorar o aproveitamento dos recursos humanos e da infra-estrutura física das universidades federais; elevar, de forma gradual, a taxa de conclusão média dos cursos de graduação presenciais para 90% e atingir a taxa da relação aluno/professor em cursos presenciais de graduação igual a 18; aumentar em 20%, pelo menos, as matrículas nos cursos de graduação; prazo de cinco anos, a contar do início de cada plano, para o cumprimento das metas estabelecidas pelas instituições federais de ensino superior.

12 *Vide*: <http://reuni.mec.gov.br/>.

Parte_1_Cap_1.indd 86 10/23/10 1:37 AM

A qualidade almejada para o ensino superior passa a se concretizar a partir da adesão das universidades federais ao programa e às suas diretrizes, explicitadas em seis dimensões: ampliação da oferta da educação superior pública; reestruturação acadêmico-curricular; renovação pedagógica da educação superior; mobilidade intra e interinstitucional; compromisso social da instituição; e suporte da pós-graduação ao desenvolvimento e aperfeiçoamento qualitativo dos cursos de graduação.

A expansão e a reestruturação são necessidades prementes da educação superior pública do país. Expandir, pelo fato de que, em média nacional, apenas 12% dos jovens brasileiros, entre 18 e 24 anos têm acesso à universidade e reestruturar como forma de garantir as respostas acadêmicas, políticas e estratégicas aos novos desafios do século XXI, quais sejam, adequar academicamente a universidade em seus aspectos qualitativo (essência e estrutura) e quantitativo (expansão da oferta) às novas demandas e aos novos papéis e contextos globais advindos da sociedade do conhecimento que se fortalece cada vez mais neste início de século; formar, estrategicamente, mão-de-obra qualificada para as necessidades sociais, econômicas e ecológicas nacionais do novo ciclo de crescimento e desenvolvimento que se expressa atualmente no país; produzir conhecimento científico, tecnológico e de inovação para inserir o país, com soberania, na nova ordem mundial do conhecimento que se estabelece no século XXI.

Pós-graduação

Em termos de desempenho, a pós-graduação mostra invejável vitalidade. Em 15 anos dobrou o número de matrículas em mestrado e mais do que quintuplicou no doutorado. Em 2004, registravam-se 66.306 matrículas no mestrado e 39.948 no doutorado. A procura por pós-graduação continua crescendo rapidamente, assim como os pedidos de autorização da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes para a criação de novos mestrados. O resultado é que a produção científica não para de crescer. Em 50 anos, o Brasil passou de uma produção virtualmente igual a zero para uma participação de 1,7% na ciência mundial, à frente de praticamente todos os países não-industrializados (à exceção de Índia e China).

Tabela 1.9 Evolução do número de cursos, segundo a categoria administrativa, de 2002 a 2007

Ano	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	14.399	-	2.316	-	2.556	-	380	-	9.147	-
2003	16.453	14,3	2.392	3,3	2.788	9,1	482	26,8	10.791	18
2004	18.644	13,3	2.450	2,4	3.294	18,1	518	7,5	12.382	14,7
2005	20.407	9,5	2.449	0	3.171	-3,7	571	10,2	14.216	14,8
2006	22.101	8,3	2.785	13,7	3.188	0,5	576	0,9	15.552	9,4
2007	23.488	6,3	3.030	8,8	2.943	-7,7	623	8,2	16.892	8,6

Fonte: INEP, 2008.

Tabela 1.10 Evolução do número de vagas, segundo a categoria administrativa, de 2002 a 2007

Ano	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	1.773.087	-	124.196	-	132.270	-	38.888	-	1.477.733	-
2003	2.002.733	13	121.455	-2,2	111.863	-15,4	47.895	23,2	1.721.520	16,5
2004	2.320.421	15,9	123.959	2,1	131.675	17,7	52.858	10,4	2.011.929	16,9
2005	2.435.987	5	127.334	2,7	128.948	-2,1	57.086	8	2.122.619	5,5
2006	2.629.598	7,9	144.445	13,4	125.871	-2,4	60.789	6,5	2.298.493	8,3
2007	2.823.942	7,4	155.040	7,3	113.731	-9,6	60.489	-0,5	2.494.682	8,5

Fonte: INEP, 2008.

Parte_1_Cap_1.indd 87 10/23/10 1:37 AM

Tabela 1.11 Evolução do número de ingressos, segundo a categoria administrativa de 2002 a 2007

Ano	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	1.205.140	-	122.491	-	125.499	-	32.501	-	924.649	-
2003	1.262.954	4,8	120.562	-1,6	108.778	-13,3	37.741	16,1	995.873	7,7
2004	1.303.110	3,2	122.899	1,9	125.453	15,3	38.890	3	1.015.868	2
2005	1.397.281	7,2	125.375	2	122.705	-2,2	40.601	4,4	1.108.600	9,1
2006	1.448.509	3,7	141.989	13,3	117.299	-4,4	38.119	-6,1	1.151.102	3,8
2007	1.481.955	2,3	151.640	6,8	109.720	-6,5	37.131	-2,6	1.183.464	2,8

Fonte: INEP, 2008.

1.4.6 Perfil da Saúde

Esta seção tem por objetivo apresentar o perfil da saúde no Brasil, focalizando as características epidemiológicas, a demanda e a oferta de serviços de saúde, bem como os gastos realizados pelos diferentes níveis da administração pública.

Mortalidade infantil

Com base nos dados do Censo Demográfico de 1991, é possível estimar a tendência da taxa de mortalidade infantil na década de 1980. Essa taxa vem apresentando redução significativa, declinando de 163/1.000 em 1940 para 73/1.000 em 1980, e de 47,2/1.000 em 1990 para 21,7/1.000 em 2005.

A redução da mortalidade infantil é uma tendência observada desde o início dos anos de 1990. A taxa caiu de 31,9 por mil nascidos vivos, em 1997, para 21,17 em 2005. A mortalidade infantil caiu em todas as regiões, sendo que na região Nordeste ocorreu a maior redução (37%). Entretanto, de acordo com o IPEA (2010b), mesmo com reduções em todos os estados, as diferenças regionais constituem o fator de maior preocupação e revelam as desigualdades nas condições de vida da população brasileira. Na região Nordeste, com 31,6 por mil nascidos vivos, e Norte, com 23,35 por mil, as taxas estavam bem acima das apresentadas nas regiões Sul (13,8), Sudeste (14,20) e Centro-Oeste (17,80).

Os dados disponíveis sugerem uma forte queda na mortalidade infantil na última década, refletindo a melhoria das condições de vida decorrente do aumento dos gastos com políticas de saúde, saneamento, alimentação e nutrição, a partir de 1986. Cabe ressaltar que a diminuição da mortalidade infantil no Brasil entre 1990 e 2005 só foi possível com a adoção de diversas ações, tais como o aumento da cobertura de vacinas à população; aumento da cobertura do pré-natal; ampliação dos serviços de saúde; redução contínua da fecundidade; melhoria das condições ambientais e nutricionais da população; melhoria do sistema de saneamento básico e aumento da escolaridade das mães.

As mudanças no perfil das causas da mortalidade infantil nas últimas décadas refletem basicamente as transformações decorrentes do processo de urbanização e o peso das instituições de saúde com relação aos partos e aos cuidados à primeira infância. Embora a maioria dos nascimentos ocorra em hospitais e tenha ocorrido um aumento expressivo nos níveis de assistência médica à população, sua qualidade ainda é precária, o que se reflete na elevada incidência de afecções originadas no período perinatal na estrutura de mortalidade infantil, que nos últimos anos se tornou a principal causa de óbitos em crianças de até 1 ano. Em 2005, as doenças infecciosas representaram 7,6% da mortalidade, mas a mortalidade por causas perinatais foi de 61%.

Nos últimos dez anos, as condições de vida dos brasileiros e o acesso aos serviços básicos de saúde melhoraram significativamente. Mas comparativamente com outros países sul americanos, como a Argentina e o Chile, o Brasil ainda tem uma elevada taxa de mortalidade infantil. Mesmo com o aumento dos serviços de saúde ainda se faz necessário um avanço qualitativo na atenção oferecida à gestante, ao parto e ao recém-nascido.

Mortalidade geral

A taxa bruta de mortalidade no Brasil em 2004, de acordo com o Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (IDB/SUS, 2008), foi de 6,29/1.000. A maior causa de morte no

Parte_1_Cap_1.indd 88 10/23/10 1:37 AM

país está relacionada às doenças do aparelho circulatório, respondendo por 31,5% das mortes em 2005. Em segundo, estão as neoplasias (câncer), respondendo por 16,3%; em terceiro, as causas externas com 14,1%, destacando-se os acidentes, particularmente os de trânsito; em quarto, as doenças do aparelho respiratório com 10,8%; em quinto, as doenças infecciosas e parasitárias com 5,2%; em sexto, as doenças originadas no período perinatal (3,3%); e demais causas definidas com 18,8%.

De acordo com o IPEA (2010b), a tendência de redução da mortalidade, já observada na década de 1990, vem se mantendo, ocasionada pelo processo de desenvolvimento socioeconômico, envelhecimento da população e aumento da cobertura das ações de saúde e saneamento. O perfil da mortalidade vem se alterando no país: aumentou a mortalidade por doenças não-transmissíveis, como as neoplasias que cresceram de 14,9% em 2000, para 16,3% em 2005. Essas causas estão associadas ao estilo de vida e às condições de trabalho das pessoas e podem ser reduzidas com medidas de controle de fatores de risco. Um perfil de mortalidade onde predominam doenças não-transmissíveis é indicador de população em um estágio socioeconômico mais elevado. No caso brasileiro, entretanto, ainda se convive com uma proporção desconfortável de mortes por doenças infecciosas e parasitarias (5,2%), especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde em alguns estados esse indicador é de aproximadamente 8%. Apesar da participação das doenças infecciosas e parasitárias ter se reduzido de 6,23% em 1990, para 5,1% em 2004 do total de óbitos com causas definidas, o número absoluto de óbitos por esse grupo de doenças cresceu de 41.676 em 1990, para 46.628 em 2005.

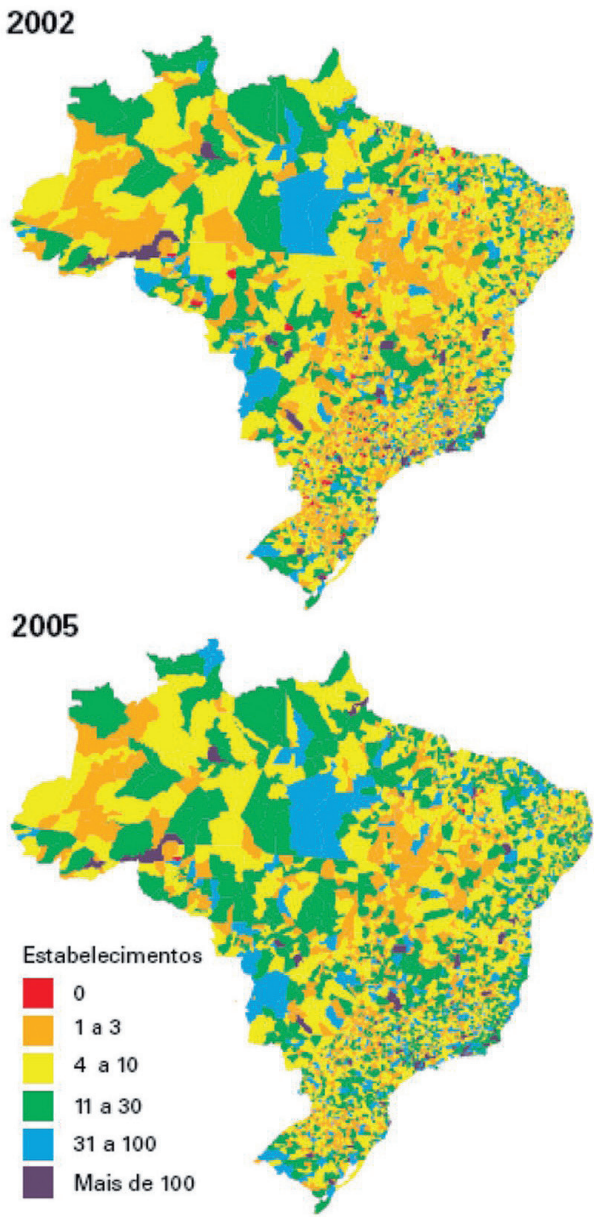
Demanda e oferta dos serviços de saúde

A demanda por serviços de saúde está associada ao grau de desenvolvimento e à própria oferta desses serviços. As taxas de utilização dos serviços de saúde são crescentes segundo o nível de renda. Além disso, constata-se que, quanto maior a renda familiar *per capita*, maior o percentual de pessoas que pagam pelos serviços de saúde utilizados, sendo próximo a 60% nas classes com renda familiar *per capita* superior a dois salários mínimos mensais.

A Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária - AMS do IBGE registrou, em 2006, um universo de 83.379 estabelecimentos de saúde, sendo 3.606 desativados, 2.769 extintos e 77.004 em atividade ou em atividade parcial. Os setores público e privado tiveram comportamentos diferenciados por região. O setor público obteve maior crescimento nas regiões Norte (2,7% ao ano), Nordeste (7,0% ao ano) e Sudeste (5,8% ao ano), enquanto o setor privado obteve maior crescimento nas regiões Sul (5,0% ao ano) e Centro-Oeste (15,2% ao ano), conforme a Figura 1.15.

De acordo com o IBGE (2006b), o número de leitos havia passado de 443.888, em 1976, para 544.357, em 1992, o que significou um aumento de 22,6%, ou 1,3% ao ano, e declinou para 443.210, em 2005, o que representou uma redução de 18,6% (1,6% a.a.) A relação leito por 1.000 habitantes, em 2005, foi de 2,4. Em 2002, esse índice era de 2,7 por 1.000 habitantes. Coube ao setor privado a maior queda nesse índice (4,9% ao ano). No setor público, o declínio foi de 1,2%.

Figura 1.15 Estabelecimentos de saúde por município



Fonte: IBGE, 2006b.

Parte_1_Cap_1.indd 89 10/23/10 1:37 AM

A oferta de leitos distribui-se da seguinte forma pelas grandes regiões brasileiras: na região Norte, estão 6,1% do total de leitos (27.163); na região Nordeste, 26,1% (115.857); na Sudeste, 43,2% (191.453); na região Sul, 16,8% (74.558); e na região Centro-Oeste, 7,7% (34.179). Mas a região Norte é a que possui o maior percentual de leitos públicos (57,7%), seguida das regiões Nordeste (45,3%) e Centro-Oeste (36,6%). Na região Sudeste, a proporção é de 27,9% e a região Sul possui o menor percentual, 19,9%.

1.4.7 Acesso aos Serviços de Saneamento Urbano

Neste item, são apresentados os dados referentes ao esgotamento sanitário[13], abastecimento de água e coleta de lixo nas zonas urbana e rural, divididos por região geográfica, nos anos de 1991 e 2006, que são resumidos na Tabela 1.12.

De modo geral, o acesso a serviços de esgotamento sanitário no Brasil apresenta discrepâncias significativas entre os diferentes estratos sociais. O esgotamento sanitário é o serviço que apresenta menor taxa de atendimento, sendo oferecido em apenas 68,24% (sendo 20,27% na zona rural e 77,85% na zona urbana) dos municípios brasileiros, em 2005, sendo a região Centro-Oeste a que apresenta a menor taxa, 43,83%, no mesmo ano. Quatro entre cinco casos de doenças têm como causa a contaminação da água e a falta de tratamento adequado dos esgotos.

De 2001 para 2005, no total de domicílios particulares permanentes, a proporção de moradias que dispunham de esgotamento sanitário adequado cresceu de 66,8% para 70,4%. A proporção das habitações atendidas por rede coletora de esgoto aumentou continuamente, subindo de 45,4% para 49,0%, de 2001 para 2005.

O abastecimento de água também é um grande problema de saneamento urbano no país. As regiões geográficas apresentam uma enorme diferença, assim como as zonas rurais e urbanas. A proporção de moradias atendidas por rede geral passou de 81,1%, em 2001, para 83,4%, em 2005.

Outra fonte de problema nos grandes centros são os resíduos sólidos urbanos de origem doméstica e industrial. O lixo coletado e com disposição inadequada em aterros, a céu aberto e em áreas alagadas, dá origem a problemas sanitários e de contaminação hídrica. Quando se trata de carga tóxica, em geral de origem industrial e agrícola, as consequências ambientais para a saúde humana e para a preservação da fauna e da flora são mais significativas. Seu destino é problemático: a incineração é cara e também apresenta riscos de contaminação; a reciclagem nem sempre é possível, dada a qualidade dos resíduos ou seus custos de coleta e de transporte. Apenas 8% dos municípios brasileiro mantêm programas de coleta seletiva; 62% coletam lixo hospitalar, entretanto, 34% dos mesmos não fazem nenhum tipo

Tabela 1.12 Proporção de esgotamento sanitário, abastecimento de água e coleta de lixo nas zonas urbana e rural, divididos por região geográfica, nos anos de 1991 e 2006.

	Proporção de Esgotamento sanitário (%)				Proporção de Abastecimento de água (%)				Proporção de Coleta de lixo (%)			
	1991		2006		1991		2006		1991		2006	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Brasil	**8,84**	**61,8**	**20,27**	**77,85**	**9,31**	**86,98**	**29,01**	**97,03**	**5,29**	**77,98**	**24,63**	**97,15**
Sudeste	15,63	79,57	30,57	91,52	11,71	93,17	29,01	97,03	8,16	85,77	41,77	99,04
Sul	16,55	63,2	45,17	83,3	7,37	90,26	31,92	95,04	5,05	86,44	39,42	99,23
Nordeste	3,88	35,3	9,76	61,51	9,53	78,39	29,32	90,85	3,69	62,56	14,51	92,96
Norte	8,26	34,83	19,67	60,31	8,52	67,99	15,57	89,33	7,83	52,9	19,2	92,82
Centro-oeste	3,35	40,85	6,71	49,64	5,05	78,97	16,92	69,02	3,27	75,08	20,14	98,72

Fonte: Elaborado a partir dos dados do SIDRA/IBGE. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>.

13 Esgotamento sanitário consiste em um sistema adequado de coleta, tratamento e destino dos dejetos gerados pelas atividades humanas, comerciais e industriais.

Parte_1_Cap_1.indd 90 10/23/10 1:37 AM

de tratamento. De 2001 a 2005, o percentual de residências que contavam com serviço de coleta de lixo passou de 83,2% para 86,8%.

O acesso a saneamento básico adequado torna a população menos vulnerável a doenças de veiculação hídrica, sendo elevada a correlação entre os níveis de mortalidade na infância e a ausência de serviços de saneamento.

Apesar do aumento do percentual da população com acesso simultâneo a água, esgoto e coleta de lixo adequados, a ausência de saneamento básico adequado ainda atingia 28,7% da população urbana brasileira em 2004. Os níveis de cobertura são menores nas regiões Norte e Centro-Oeste do país.

Dentre os estados brasileiros, as maiores quedas na população com saneamento básico inadequado foram registradas nos estados do Tocantins, Amazonas, Espírito Santo, Paraná e Rio Grande do Sul. Por sua vez, os estados do Amapá e Alagoas apresentaram as piores performances, com um aumento superior a 12 pontos percentuais na proporção de pessoas residentes em domicílios com saneamento básico inadequado entre 2001 e 2004.

O potencial poluidor da ausência de tratamento de esgotos é agravado pela falta de disposição adequada para boa parte dos resíduos sólidos coletados. Apesar da melhoria verificada nos indicadores, o acesso a saneamento básico adequado ainda é bastante desigual tanto em termos regionais como sociais.

Parte_1_Cap_1.indd 91 10/23/10 1:37 AM

1.5 Resumo das Circunstâncias Nacionais

Em linhas gerais, apesar da evolução nos indicadores econômicos e sociais verificados nos últimos anos, constata-se que o Brasil é um país com população crescente, aonde ainda não foram atingidas as necessidades básicas da maior parte da população, com infra-estrutura ainda incipiente e que necessita de melhorias substantivas. Tudo isso justifica o fato do Brasil ainda ser um país em desenvolvimento.

Tabela 1.13 Resumo das Circunstâncias Nacionais

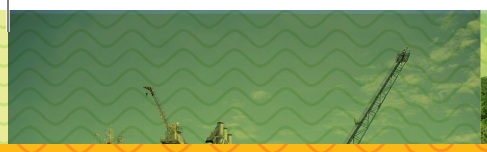
Critérios	1994	2000	2005	2008
População (milhão de habitantes)	153,0[1]	169,8[2]	179,9[3]	186,0[3]
Superfícies correspondentes (km²)	8.514.876,6	8.514.876,6	8.514.876,6	8.514.876,6
PIB (bilhão US$ 2007/ano)[4]	920,7	1.062,0	1.218,3	1.406,5
PIB per capita (mil US$ 2007/hab.)[4]	6,02	6,25	6,77	7,56
Participação do setor informal no PIB (%)	ND	12,98%	ND	ND
Participação da indústria no PIB (%)[4]	26,1	26,9	29,3	28,8 (2006)
Participação dos serviços no PIB (%)[4]	67,3	68,0	65,0	65,8 (2006)
Participação da agricultura no PIB (%)[4]	6,7	5,1	5,7	5,5 (2006)
Superfície destinada a usos agrícolas (km²)[5]	2.206.790	2.190.883	2.186.818	ND
População urbana como percentagem da população total (%)	77,3[1]	81,2[2]	83,3[6]	84,4[6]
Número de bovinos (milhões)[7]	158,2	169,9	207,2	202,3
Superfície florestal (km²)[8]	5.582.197	5.407.6747	5.247.288	5.121.048
Número de habitantes em situação de extrema pobreza (milhões)[9]	32	22	15	9
Esperança de vida no nascimento (anos)[10]	66,4	68,6	71,9	72,9
Índice de alfabetização (%)[10]	84	86,4	86,8	89,3 (2006)

Notas:
ND: Não disponível.
1 – IBGE, interpolação linear entre o Censo de 1991 e a Contagem Populacional de 1996.
2 - IBGE, 2000b.
3 – IBGE, interpolação linear entre o Censo de 2000 e a Contagem Populacional de 2007.
4 – IBGE, 2009b.
5 – SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal (Àrea total dos estabelecimentos agropecuários por utilização das terras). Dados de 1994, de 2000 e de 2005 obtidos por interpolação.
6 – Na falta da estimativa da população urbana na Contagem Populacional de 2007, essa foi estimada em 84% do total, a partir da evolução da fração urbana dos números oficiais anteriores, possibilitando a estimativa da mesma fração para 2005 e 2008.
7 – Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>.
8 – FAO, 2010 (dado de 1994 obtido por interpolação).
9 – IPEA, 2010a; IPEADATA (<http://ipeadata.gov.br>).
10 – IBGE, 2000b; 2006a; 2007a; 2007b; 2008; 2010 (<http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php# populacao>).

Parte_1_Cap_1.indd 92 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_1.indd 93 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_1.indd 94 10/23/10 1:37 AM









MERCOSUL

Capítulo 2

Mercosul









2 Mercosul

2.1 Antecedentes, Objetivos e Características Principais

Historicamente, o processo de integração de países da América Latina iniciou-se em 1960, com o Tratado de Montevidéu, que constituiu a Associação Latino-Americana de Livre Comércio - ALALC, à qual se seguiram a Associação Latino-Americana de Integração - ALADI, de 1980, o Programa de Integração e Cooperação Econômica - PICE, de 1986 e o Tratado de Integração, Cooperação e Desenvolvimento, de 1988.

Entretanto, o mais forte impulso ocorreu em 26 de março de 1991, com a criação do Mercado Comum do Sul - Mercosul, resultado de um longo processo de aproximação entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Seu objetivo foi definido pelo "Tratado de Assunção para Constituição do Mercado Comum do Sul" e reafirmado no Protocolo de Ouro Preto, de 17 de dezembro de 1994, sendo estes os principais instrumentos jurídicos do processo de integração.

O Tratado de Assunção constitui um acordo-quadro, ou seja, instrumento a ser continuamente complementado por instrumentos adicionais, negociados pelos quatro Estados Partes, em função do avanço da integração. O Tratado estabeleceu, fundamentalmente, as condições para se alcançar, até 31 de dezembro de 1994, o Mercado Comum. Nesse sentido, ele determina, entre outros aspectos:

- estabelecimento de um programa de liberalização comercial, que composto por reduções tarifárias progressivas, lineares e automáticas, acompanhadas da eliminação das barreiras não tarifárias;
- a coordenação de políticas macro-econômicas;
- estabelecimento de uma Tarifa Externa Comum - TEC;
- estabelecimento de listas de exceções ao programa de liberalização para produtos considerados sensíveis; e
- a constituição de um regime geral de origem e de um sistema de solução de controvérsias.

Com a assinatura do Protocolo de Ouro Preto encerra-se o chamado período de transição do Mercosul. O Protocolo deu ao processo de integração o perfil completo de uma União Aduaneira. O Mercosul passou a contar com uma estrutura institucional definitiva para a negociação do aprofundamento da integração em direção ao ambicionado Mercado Comum.

2.2 Estrutura Institucional

Na Cúpula de Ouro Preto, definiu-se com mais detalhes a estrutura institucional do Mercosul; ou seja, estabeleceram-se, além da estrutura básica, seus órgãos decisórios, as atribuições específicas de cada um deles e seu sistema de tomada de decisões. A estrutura atual do Mercosul possui cerca de cinquenta foros negociadores, alguns de natureza exclusivamente técnica, outros com funções políticas ou executivas.

Além disso, o Protocolo de Ouro Preto estabeleceu a personalidade jurídica de direito internacional do Mercosul, o que possibilita ao bloco a aquisição de direitos e a sujeição a obrigações como uma entidade distinta dos países que o integram. Na prática, isso significa que o Mercosul pode negociar, como bloco, acordos internacionais.

Assim, a partir da Cúpula de Ouro Preto, o Mercosul passa a contar com instituições que permitem maior integração entre seus países-membros, bem como com terceiros países, inclusive outros blocos econômicos, fazendo assim com que se torne um espaço econômico de expressão.

2.3 Indicadores Básicos do Mercosul

O Mercosul é hoje uma realidade econômica de dimensões continentais: uma área total de mais de 11 milhões de quilômetros quadrados (mais de 58% do território latino-americano); um mercado de mais de 210 milhões de habitantes; e um PIB acumulado de mais de 1,6 trilhão de dólares.

A região é um dos principais polos de atração de investimentos do mundo, importante reserva de recursos naturais do planeta e uma fonte considerável de recursos energéticos. O potencial agrícola do bloco é outra característica marcante. O Mercosul está entre os maiores produtores mundiais de trigo, café, cacau, cítricos, arroz, soja, leite e carne.

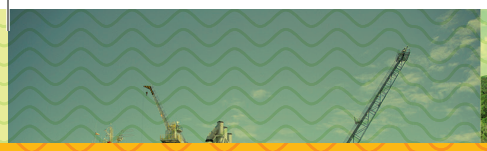
Desde sua criação, o Mercosul vem consolidando seu funcionamento e atingindo resultados expressivos, contribuindo para a criação de um clima receptivo de expansão do comércio.

Parte_1_Cap_2-3.indd 96 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_2-3.indd 97 10/23/10 1:37 AM



Parte_1_Cap_2-3.indd 98 10/23/10 1:37 AM













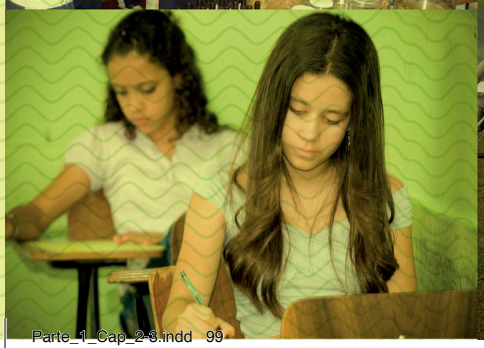














Capítulo 3

Arranjos Institucionais Relevantes para a Elaboração da Comunicação Nacional em Bases Permanentes

Parte_1_Cap_2-3.indd 99 10/23/10 1:37 AM

3 Arranjos Institucionais Relevantes para a Elaboração da Comunicação Nacional em Bases Permanentes

3.1 Marco Institucional

O Brasil sempre desempenhou um papel de liderança na arena das questões ambientais globais, a exemplo da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, realizada no Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992.

O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, durante a Rio-92. Posteriormente, mais 193 Partes (incluindo a União Europeia) vieram integrar a Convenção, o que demonstra o seu caráter praticamente universal. A Convenção entrou em vigor em 21 de março de 1994, noventa dias após o depósito da quinquagésima ratificação pelo parlamento dos países. No Brasil, a mesma foi ratificada pelo Congresso Nacional em 28 de fevereiro de 1994 e entrou em vigor noventa dias após, em 29 de maio do mesmo ano.

Desde o início das atividades relacionadas com a mudança do clima no Brasil, foram criadas instituições para tratar do assunto e coordenar a implementação da Convenção no país.

3.1.1 A Comissão Interministerial de Desenvolvimento Sustentável

Em junho de 1994, o governo do Brasil estabeleceu uma Comissão Interministerial de Desenvolvimento Sustentável - CIDES[14]. A CIDES era presidida pelo Ministério do Planejamento e Orçamento e composta por outros ministérios. O objetivo da CIDES era prestar assistência ao Presidente da República na tomada de decisões sobre estratégias e políticas nacionais voltadas para o desenvolvimento sustentável, de forma compatível com a Agenda 21, à luz da complexidade de tal tarefa e da necessidade de envolvimento de um grande número de instituições.

3.1.2 A Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima

A responsabilidade pela coordenação da implementação dos compromissos resultantes da Convenção foi atribuída ao Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, pelo Decreto Presidencial nº 1.160/1994. Foi, então, criada, em resposta ao mandato conferido pela CIDES, dentro da estrutura do MCT, a Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima[15] - CGMC, em agosto de 1994, a quem foi atribuída essa missão.

Nos seus primeiros anos de funcionamento, a principal tarefa da CGMC foi a de coordenar a elaboração da Comunicação Nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os compromissos assumidos na Convenção. A elaboração da Comunicação Nacional é um esforço multidisciplinar, o qual envolveu em sua primeira edição cerca de 150 instituições e 700 especialistas espalhados por todas as regiões do país. Além disso, a Comunicação constitui um grande desafio, tendo em vista a necessidade de desenvolver capacitação nacional na área, sendo que, em muitos casos, representa trabalho pioneiro e complexo.

Por sua abrangência e especificidade, e considerando que são abordadas as emissões dos principais gases de efeito estufa (CO_2, CH_4, N_2O, HFC_s, CF_4, C_2F_6, SF_6) dos setores energético, industrial, florestal, agropecuário e de tratamento de resíduos, a elaboração do Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal envolve diversos ministérios (Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério das Minas e Energia; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; etc.), instituições federais (Petrobras, Eletrobrás, Embrapa, INPE, entre outras), estaduais (Cetesb, Cemig, entre outras), associações de classe (ABAL, ABEGÁS, ABIQUIM, Bracelpa, Unica, Coopersucar, entre outras), organizações não-governamentais (Funcate, Fundação José Bonifácio, entre outras), universidades e centros de pesquisas (COPPE/UFRJ, USP, UFRS, UnB, entre outras).

O Brasil concluiu e publicou seu inventário inicial em 2004. Foram inventariadas as emissões nacionais de gases de efeito estufa do período de 1990 a 1994, sintetizadas a partir de 15 estudos de referência.

A Agência Internacional de Energia - AIE realizou uma comparação dos inventários dos principais países em desenvolvimento. A avaliação da AIE sobre o inventário do Brasil foi extremamente positiva, destacando que as principais qualidades do inventário são a transparência, a elaboração de séries temporais (mesmo que pequena) e utilização de fatores de emissão nacionais mais elaborados. Do ponto de vista institucional é ressaltado que o Brasil foi capaz de montar uma estrutura capacitada para a elaboração de inventários.

14 Decreto Presidencial nº 1.160, de 21 de junho de 1994.

15 Denominada Coordenação de Pesquisa em Mudanças Globais, quando da sua criação.

Parte_1_Cap_2-3.indd 100 10/23/10 1:37 AM

Coube igualmente à CGMC a coordenação das atividades referentes à Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção. Em termos de divisão do trabalho para o segundo inventário, o Ministério de Minas e Energia coordenou o setor de energia; a Funcate o setor de florestas e uso da terra; a Embrapa o setor agropecuário; a Cetesb o setor de tratamento de resíduos; e no setor industrial coube a coordenação a cada associação dos setores principais como alumínio (Associação Brasileira do Alumínio - ABAL), cimento (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento - SNIC), siderúrgico (Instituto Aço Brasil – IABr), químico (Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM) e carvão mineral (Associação Brasileira do Carvão Mineral - ABCM).

Além de coordenar a implementação dos compromissos do Brasil no âmbito da Convenção, a CGMC participa das negociações sobre assuntos de implementação e aspectos técnicos e científicos que são debatidos nos órgãos subsidiários da Convenção (Órgão Subsidiário de Implementação - SBI e Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico – SBSTA e outros).

Desde 1995, a CGMC participou ativamente nas discussões que levaram à adoção do Protocolo de Quioto, em dezembro de 1997, no Japão, com destaque especial para o documento submetido pelo governo brasileiro à Convenção para subsidiar a elaboração do Protocolo. Tal documento propôs a criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que, modificado, foi adotado como um dos artigos do Protocolo (artigo 12º, sobre Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL). Propôs, ainda, um novo critério de divisão do ônus da mitigação de mudança do clima baseado na responsabilidade histórica dos países industrializados em causar o aumento de temperatura.

Desde então, a CGMC tem participado das discussões dos aspectos técnicos e científicos relacionados à regulamentação e implementação do Protocolo, em conjunto com o Ministério das Relações Exteriores.

Adicionalmente, entre os compromissos do Brasil na Convenção, destaca-se o de promover e cooperar em pesquisas científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema climático, cuja finalidade seja esclarecer e reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, efeitos, magnitude e evolução no tempo da mudança do clima e as consequências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta.

A CGMC coordena, no âmbito do governo brasileiro, as revisões das avaliações científicas realizadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC (sigla em inglês de *Intergovernmental Panel on Climate Change*) com o apoio crescente da comunidade científica, bem como participa ativamente, juntamente com o Ministério das Relações Exteriores, nas plenárias do Painel, fornecendo as perspectivas do governo brasileiro na discussão e na aprovação dos relatórios do IPCC.

Outra linha importante de atividades da CGMC é a conscientização pública sobre o tema de mudança do clima. Para facilitar a integração de todos os especialistas e instituições envolvidos foi criado uma página de *internet* sobre mudança do clima (<http://www.mct.gov.br/clima>) no portal do Ministério da Ciência e Tecnologia. Trata-se de um foro de integração de especialistas de diferentes setores que podem acompanhar e contribuir para o trabalho, além de abrir espaço à sociedade na discussão do tema de mudança global do clima[16].

Ademais, a CGMC promove e apoia eventos sobre mudança global do clima nas diversas áreas relacionadas ao tema, publica e disponibiliza informações relevantes, em especial da Convenção, do Protocolo e do IPCC. Procura, assim, desenvolver e divulgar informação legal, técnica e científica, bem como participar de debates sobre aquecimento global, suas causas e impactos, objetivando conscientizar formadores de opinião, formuladores de políticas, líderes empresariais, estudantes e a população em geral sobre o problema.

3.1.3 A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

A perspectiva de entrada em vigor do Protocolo de Quioto e da regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL assinalou a importância da formalização de um órgão dentro do governo que pudesse direcionar esse potencial para as prioridades nacionais de desenvolvimento. Ademais, a preocupação com a maior institucionalização da questão da mudança do clima no país, por causa de suas características estratégicas, levou à criação[17] da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima - CIMGC, com o propósito de coordenar as ações do governo nessa área.

Tendo em vista que o Ministério da Ciência e Tecnologia já vinha exercendo as atividades nacionais voltadas ao cumpri-

16 *Vide* Parte IV, seção 3.4.1 sobre Página Oficial na *Internet* sobre Mudança do Clima.

17 Pelo Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006.

Parte_1_Cap_2-3.indd 101 10/23/10 1:37 AM

mento do compromisso inicial do Brasil relativo à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, coube a esse órgão a presidência e a função da Secretaria-Executiva da Comissão, uma vez que os aspectos científicos da mudança global do clima continuarão, no futuro previsível, a dominar as negociações políticas e que o conhecimento científico necessário para subsidiar as discussões pode ser viabilizado por meio dos instrumentos de fomento deste Ministério. A Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima atua como Secretaria-Executiva da Comissão e o Coordenador-Geral da CGMC atua como seu Secretário-Executivo. A Vice-Presidência da Comissão cabe ao Ministério do Meio Ambiente.

A Comissão é integrada por representantes dos Ministérios das Relações Exteriores - MRE e da Ciência e Tecnologia - MCT, que são os pontos focais político e técnico, respectivamente, sobre mudança global do clima no Brasil; ministérios que têm atribuições e responsabilidades específicas sobre setores importantes para as atividades de redução de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, como da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA; dos Transportes - MT; de Minas e Energia - MME; do Meio Ambiente - MMA; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC; e das Cidades - MCid; bem como ministérios com visão mais estratégica e de longo prazo, como do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG; da Fazenda - MF; e da Casa Civil da Presidência da República. Além disso, o decreto faculta à Comissão solicitar a colaboração de outros órgãos públicos ou órgãos privados e entidades representativas da sociedade civil na realização de suas atribuições.

São atribuições da Comissão:

I - emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para a adaptação do país aos seus efeitos;

II - fornecer subsídios às posições do governo nas negociações sob a égide da Convenção e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;

III - definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos organismos da Convenção, encarregados do MDL, previsto no artigo 12° do Protocolo de Quioto à Convenção, conforme as estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;

IV - apreciar pareceres sobre projetos que resultem em reduções de emissões de gases de efeito estufa e que sejam considerados elegíveis para o MDL, e aprová-los, se for o caso; e

V - realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento às obrigações assumidas pelo Brasil perante a Convenção e os instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

A Comissão Interministerial representou, assim, um primeiro esforço no sentido de articular as ações de governo relacionadas à mudança global do clima. Além disso, é importante ressaltar que a CIMGC é a Autoridade Nacional Designada brasileira - AND[18], sendo responsável pela apreciação e aprovação de atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL no Brasil.

As atividades de projeto MDL devem ser elaboradas de acordo com regras definidas pela decisão 17/CP.7 (posteriormente, ratificada pela decisão 3/CMP.1), que define os procedimentos e modalidades do MDL, as quais foram internalizadas no ordenamento jurídico brasileiro, por meio da Resolução nº 01 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, de 11 de setembro de 2003. A CIMGC tem elaborado e publicado resoluções com o objetivo de internalizar no país as regras de aprovação das atividades de projeto MDL estabelecidas internacionalmente pelas decisões da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto e de seu Conselho Executivo , bem como de estabelecer critérios adicionais de aprovação das atividades de projeto MDL. Deve-se destacar que a CIMGC, considerando que foi a primeira AND para o MDL a ser estabelecida no mundo, tem servido como modelo para a criação de muitas outras ANDs, o que suscitou atividades de cooperação nesse sentido entre o Brasil e outros países em desenvolvimento[19].

Todas as atividades de projetos MDL elegíveis são devidamente analisadas pela CIMGC em relação aos critérios da contribuição desses projetos para o desenvolvimento sustentável do país.

Todo o material em relação à CIMGC, bem como sobre todas as atividades de projeto de MDL no Brasil, está disponível na página de *internet* de sua Secretaria-Executiva (<http://www.mct.gov. br/clima>). Também são periodicamente publicadas informações sobre o *status* do MDL no Brasil e no mundo[20].

18 Em conformidade com o artigo 3º, inciso IV, do Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, , alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006.

19 *Vide* Parte IV seção 4.10 sobre a cooperação Sul-Sul.

20 *Vide* Parte III, seção A.4, sobre Status Atual das Atividades de Projeto no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL no Brasil e no Mundo.

Parte_1_Cap_2-3.indd 102 10/23/10 1:37 AM

3.1.4 O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM

Em 2007, o Governo Federal criou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM[21], com a atribuição de orientar a elaboração, a implementação, o monitoramento e a avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, dentre outras funções.

O CIM é coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, sendo composto por dezessete órgãos federais e o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - FBMC[22]. Os órgãos federais que o compõem são: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério da Defesa; Ministério da Educação; Ministério da Fazenda; Ministério da Integração Nacional; Ministério da Saúde; Ministério das Cidades; Ministério das Relações Exteriores; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério dos Transportes; e Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

A responsabilidade pela elaboração, implementação, monitoramento e avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima ficou a cargo do Grupo Executivo sobre Mudança do Clima - GEx, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente subordinado ao CIM.

Coube ao GEx elaborar proposta preliminar dos objetivos gerais, princípios e diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima, bem como a versão preliminar do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, sob a orientação do CIM. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima, após ampla consulta pública, foi lançado em dezembro de 2008. A Política Nacional sobre Mudança do Clima foi transformada em lei[23] em dezembro de 2009[24].

Vale ressaltar que a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por esta Convenção e por suas Conferências das Partes, é considerada um dos instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima[25].

21 Decreto Presidencial nº 6.263, de 21 de novembro de 2007.

22 *Vide* Parte IV, seção 3.3, sobre Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.

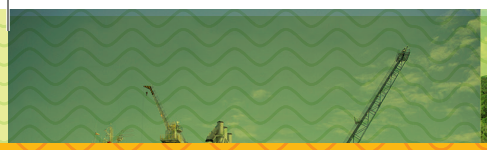
23 Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.

24 *Vide* Parte III, seção A.3.4, sobre Política Nacional sobre Mudança do Clima

25 Artigo 6º, inciso IV, da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.

Parte_1_Cap_2-3.indd 103 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_2-3.indd 104 10/23/10 1:37 AM

















Capítulo 4

Circunstâncias Especiais

4 Circunstâncias Especiais

Esta seção tem por objetivo analisar circunstâncias especiais, em relação às quais há necessidades e preocupações específicas resultantes dos efeitos negativos da mudança do clima e/ou do impacto da implementação de medidas de resposta, de acordo com o artigo 4°, parágrafo 8° da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

4.1 Biomas Brasileiros

4.1.1 Ecossistemas Costeiros

A Zona Costeira brasileira abrange ambientes climáticos diversos (úmido equatorial, tropical, semiárido e subtropical), desde a latitude 5°16′ Norte até a latitude 33°44′ Sul, possui diversificada formação geológica e apresenta variadas feições geomorfológicas. A linha de costa muda significativamente de orientação (de SW-NE na região Sul, para W-E no estado do Rio de Janeiro, S-N do Espírito Santo ao Rio Grande do Norte, ESE-WNW na região Nordeste e NNW-SSE no estado do Amapá), com uma extensão total de aproximadamente 12.400 km quando considerados os contornos das principais baías, das grandes ilhas do arquipélago de Marajó, São Luís e Santa Catarina, e o contorno da Lagoa dos Patos. As bacias hidrográficas que alimentam a Zona Costeira possuem dimensões e características geográficas diversas, tais como a bacia do rio Amazonas, os rios intermitentes na Região Nordeste, os rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha e Paraíba do Sul, as bacias do Atlântico limitadas pela Serra do Mar, e a bacia da Lagoa dos Patos. Desta forma, mudanças climáticas que ocorram tanto no continente quanto no Oceano Atlântico (ciclones extratropicais na porção Sul, a Zona de Convergência Intertropical, tempestades tropicais e ciclones extratropicais no Hemisfério Norte) potencialmente trarão consequências importantes sobre a região costeira. Para efeitos legais, a Zona Costeira é constituída por uma faixa marítima, com 12 milhas náuticas de largura, e por uma faixa terrestre limitada pelos municípios expostos ao mar ou a ambientes estuarinos, correspondendo a uma largura média de 50 km e a uma superfície de 535.000 km^2 (VIDIGAL, 2006, *apud* NEVES & MUEHE, 2008). Portanto, os efeitos da mudança do clima sobre a Zona Costeira são bem mais amplos do que aqueles causados pela elevação termo-eustática do nível do mar.

O Brasil possui uma costa com 17 estados banhados pelo mar (Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Essa extensa costa abriga um rico mosaico de ecossistemas: estuários, ilhas, manguezais, restingas, dunas, praias, falésias, costões rochosos e recifes de corais. A Zona Costeira constitui uma parcela privilegiada do território brasileiro quanto aos recursos naturais, econômicos e humanos.

O litoral brasileiro pode ser dividido em quatro grandes áreas:

- O litoral amazônico vai da foz do rio Oiapoque ao delta do rio Parnaíba. Apresenta grande extensão de manguezais exuberantes, assim como matas de várzeas de marés, campos de dunas e praias. Apresenta uma rica biodiversidade em espécies de crustáceos, peixes e aves.

- O litoral nordestino começa na foz do rio Parnaíba e vai até o Recôncavo Baiano. É marcado por recifes calcíferos e areníticos, além de dunas que, quando perdem a cobertura vegetal que as fixam, movem-se com a ação do vento. Há ainda nesta área manguezais, restingas e matas. Nas águas do litoral nordestino vivem o peixe-boi marinho e as tartarugas, ambos ameaçados de extinção.

- O litoral sudeste segue do Recôncavo Baiano até o estado de São Paulo. É a área mais densamente povoada e industrializada do país. Suas áreas características são as falésias, os recifes e as praias de areias monazíticas. É dominada pela Serra do Mar e tem a costa muito recortada, com várias baías e pequenas enseadas. O ecossistema mais importante desta área é a mata de restinga. Esta parte do litoral é habitada pela preguiça-de-coleira e pelo mico-leão-dourado, também duas espécies ameaçadas de extinção.

- O litoral sul começa no estado do Paraná e termina no Arroio Chuí, no estado do Rio Grande do Sul. Com muitos banhados e manguezais, o ecossistema da região é riquíssimo em aves, mas abriga também, outras espécies como o ratão-do-banhado, lontras (também ameaçadas de extinção) e capivaras.

Nas próximas subseções, dar-se-á destaque às ilhas marítimas e manguezais, por se tratarem de ecossistemas extremamente vulneráveis à mudança global do clima, além de assuntos referentes à interferência humana nesses ecossistemas, como portos e terminais, bem como a ocupação humana no litoral. Na Parte III da Comunicação, serão apresentados alguns dos efeitos da mudança global do clima nos ecossistemas marinhos e terrestres.

Parte_1_Cap_4.indd 106 10/23/10 1:37 AM

Ilhas Marítimas

Considerando a extensão da costa brasileira, é expressivo o número de ilhas existentes. Do ponto de vista ambiental, as ilhas são conhecidas por sua fauna e flora únicas, as quais são particularmente vulneráveis a distúrbios e destruição de natureza antrópica. As ilhas são particularmente vulneráveis à mudança do clima em vista do potencial aumento do nível do mar resultante do aquecimento global.

No Brasil, o estudo de ilhas ainda é pouco difundido. Há um número reduzido de informações sobre animais e plantas, bem como de dados específicos sobre a geomorfologia e a geologia das ilhas. Estudos sobre a vulnerabilidade das ilhas brasileiras ao aumento do nível do mar decorrente da mudança do clima ainda não foram desenvolvidos.

Em futuros estudos, critérios relativos à população, área e altitude para distinção preliminar das ilhas costeiras brasileiras devem ser combinados com a classificação do litoral. Em relação à população, todas as ilhas que possuam centros urbanos devem ser especialmente consideradas (alto risco).

Deve-se também considerar o tipo de litoral no qual a ilha está localizada para que se possa inferir informações geológicas e geomorfológicas importantes para a constatação de áreas inundáveis. O regime das marés é um fator de grande relevância em contraposição com a altitude. Por exemplo, as ilhas com baixas altitudes em regime de macromaré estão mais comprometidas que as ilhas de mesma altitude com regime de mesomaré.

O litoral brasileiro pode ser dividido em três tipos de regimes de marés, compreendendo os estados da Federação incluídos nos intervalos abaixo:

- macromaré: do Amazonas ao Rio Grande do Norte;
- mesomaré: do Rio Grande do Norte à Bahia; e
- micromaré: do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul.

As principais ilhas marítimas brasileiras estão listadas na Tabela 4.1, com informação sobre sua área e localização.

Tabela 4.1 Principais ilhas marítimas brasileiras

Nome	Área	Localização		
	(km²)	Unidades da Federação	Latitude	Longitude
Costeiras				
Grande de Gurupá	3.958,5	Pará	-01° 00′	-51° 34′
Caviana de Fora	2.128,8	Pará	+00° 10′	-50° 00′
Marajó	50.000	Pará	-00° 57′	-49° 56′
Mexiana	1.534	Pará	-00° 02′	-49° 34′
Maracá	463,4	Amapá	+02° 03′ 48″	-50° 30′ 16″
Maiau	10,1	Maranhão	-01° 07′ 00″	-44° 54′ 20″
São Joãozinho	71,3	Maranhão	-01° 04′ 48″	-45° 58′ 24″
São Luís	914,2	Maranhão	-02° 31′ 47″	-44° 18′ 10″
Grande de Santa Isabel	198,5	Piauí	-02° 51′ 07″	-41° 49′ 02″
Itaparica	192,2	Bahia	-12° 53′ 18″	-38° 40′ 43″
Vitória	33,9	Espírito Santo	-20° 19′ 10″	-40° 20′ 16″
Grande	179,8	Rio de Janeiro	-23° 08′ 25″	-44° 10′ 09″
Jipóia	5,9	Rio de Janeiro	-23° 02′ 34″	-44° 21′ 49″
Bom Abrigo	1,1	São Paulo	-25° 07′ 16″	-47° 51′ 31″
São Sebastião	337,5	São Paulo	-23° 46′ 39″	-45° 21′ 30″
São Francisco	269,2	Santa Catarina	-26° 17′ 26″	-48° 40′ 08″
Santa Catarina	423,1	Santa Catarina	-27° 35′ 48″	-48° 32′ 57″
Oceânicas				
Fernando de Noronha	18,4	Pernambuco	-03° 50′ 25″	-32° 24′ 38″
Da Trindade	10,1	Espírito Santo	-20° 30′ 16″	-29° 18′ 46″
Martim Vaz	0,3	Espírito Santo	-20° 29′ 10″	-28° 50′ 22″

Fonte: IBGE, 2001.

Parte_1_Cap_4.indd 107 10/23/10 1:37 AM

Manguezais

Manguezais são largamente encontrados nas áreas costeiras tropicais. No Brasil, suas localizações foram mapeadas em escalas de 1:2.500.000 (para cobertura nacional) e 1:1.000.000 (para duas áreas selecionadas na região Norte) usando imagens Landsat, cartas náuticas e diversos mapas. Pesquisas identificaram cinco espécies principais de árvores nessas áreas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemos* e *Conocarpus erectus*. Essas espécies estendem-se do Cabo Orange localizado em 4° N até a latitude 28° 20′ S.

Esse ecossistema representa 8% de toda a linha de costa do planeta e um quarto da linha de costa da zona tropical, perfazendo um total de 181.077 km2. Vale ressaltar que o Brasil é o segundo país em extensão de áreas de manguezal (13.400 km2), ficando atrás apenas da Indonésia, que apresenta 42.550 km2, distribuídos ao longo de seus arquipélagos (SPALDING *et al.*, 1997 *apud* SOUZA FILHO, 2005).

Os mangues apoiam a cadeia biológica da fauna marinha e também retêm os sedimentos, frequentemente impedindo ou reduzindo problemas de sedimentação em portos (MUEHE & NEVES, 1995). Dependendo da relação entre topografia, suprimento de sedimentos e nível do mar, as comunidades que habitam mangues podem diminuir ou expandir, enquanto que a proporção das diferentes espécies pode variar. Essas variações podem ser investigadas para cenários diferentes, usando uma combinação de modelos físicos e biológicos, mas dados e conhecimento insuficientes atualmente impedem sua aplicação ao Brasil. Portanto, são recomendados métodos simples, tais como mapeamento contínuo das áreas de mangue, além da adoção de legislação para proteção e estudo da evolução dessas áreas.

Portos e Terminais

Os serviços portuários procuram atender, essencialmente, a demanda apresentada pelos fluxos decorrentes do comércio exterior brasileiro. Pelos portos passam cerca de 90% das cargas comercializadas com o exterior. Os portos não representam somente a porta de entrada e saída das mercadorias; são também indutores do desenvolvimento em suas áreas de influência, sendo, portanto, estratégicos para o país.

A evolução da movimentação geral de cargas nos portos organizados (públicos) e terminais de uso privativo brasileiros, entre 2003 e 2007, demonstra que houve um crescimento médio anual de 7,2%, sendo que a movimentação total de cargas nos portos/terminais brasileiros em 2007 foi de 754.716.655 toneladas. A participação dos terminais de uso privativo nesse mesmo ano representou 63,1%, enquanto que a dos portos organizados (públicos) situou-se em 36,9%, mantendo-se, portanto, as mesmas participações desde 2003. A maior concentração nos terminais decorre da movimentação de granéis, principalmente de minério de ferro e derivados de petróleo.

O mapa da Figura 4.1 mostra a posição geográfica de todos os portos do país (litoral e interior) no ano de 2007.

Variações no nível do mar podem acarretar consequências nas estruturas portuárias (por exemplo, quebra-mar, boia de amarração, diques), assim como na operação portuária (por exemplo, intervalos entre dragagens, amplitude de oscilações no ancoradouro, frequência de alagamento).

Considerando um aumento hipotético de um metro no nível do mar, diversos portos seriam alagados ou seu bordo livre (altura acima do nível da preamar) seria reduzido para menos de 0,5 m. Em Macapá, que é influenciado tanto pela descarga do rio Amazonas quanto pelas elevadas marés oceânicas, as inundações da área portuária já representam um problema. Nas regiões Norte e Nordeste, três portos (Macapá, Itaqui e Cabedelo) poderiam ser inundados e cinco (Belém, Fortaleza, Recife, Maceió e Salvador) teriam diminuídos seus bordos livres, sendo que todos manipulam carga geral e, à exceção de Fortaleza e Maceió, estão localizados dentro de baías ou estuários. Nas regiões Sul e Sudeste, três portos (Vitória, Angra dos Reis e Paranaguá) poderiam ser inundados e quatro (Forno, Rio de Janeiro, Niterói e São Francisco do Sul) teriam menos de 0,5 m de bordo livre. Estima-se que as operações em todos esses portos seriam adversamente afetadas e que alguma forma de melhoria seria provavelmente necessária. Considerando a localização desses portos e sua importância econômica para a região, parece evidente que as regiões Norte e Nordeste são mais vulneráveis que as regiões Sul e Sudeste.

O porto de Suape, localizado 35 km ao sul de Recife, é o primeiro exemplo no Brasil onde um possível aumento do nível do mar foi considerado por ocasião da sua construção. Uma elevação adicional de 0,25 m foi incluída no projeto das estruturas do porto, baseada nos resultados preliminares de variações no nível do mar em Recife, considerando um horizonte de 50 anos.

Outros efeitos devem ser também considerados. Maiores níveis do mar permitem às ondas atingirem a costa com maior altura devido à redução da fricção com o fundo. As

Parte_1_Cap_4.indd 108 10/23/10 1:37 AM

Figura 4.1 Mapa dos principais portos do Brasil (costeiros e fluviais)



Fonte: ANTAQ, 2007. Disponível em <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2007/Index.htm>.

forças das ondas são proporcionais à segunda ou terceira potência da altura da onda. Assim, um aumento de 10% na altura da onda aumenta o esforço sobre os pilares em 20% e aumenta em 30% o peso dos blocos de rocha empregados na construção de quebra-mares. Tais mudanças seriam particularmente importantes para portos localizados na costa a mar aberto, a exemplo de Recife e Suape, Ilhéus, Praia Mole, Imbituba ou em ilhas artificiais, como por exemplo, Areia Branca e Sergipe.

Mudanças no padrão de transporte de sedimentos e de deposição também interfeririam na operação dos portos. Santos, localizado em um estuário, tem uma longa história de problemas de intrusão salina que foram estimados em 1,5 milhões m^3/ano de sedimentos fluviais e 0,3 milhões m^3/ano de sedimentos marinhos. Belém e Itaqui estão ambos localizados em estuários com altas variações de marés e movimentos significativos de sedimentos. Em Belém, o volume médio anual dragado é de cerca de 1,0 milhão m^3, enquanto parece não haver problemas em Itaqui. Rio Grande está na desembocadura da Lagoa dos Patos, onde a maré astronômica é desprezível e as condições de fluxo são determinadas pelas condições meteorológicas no oceano e na lagoa, sendo a intrusão salina da ordem de 0,35 milhões m^3/ano. As taxas e locais de sedimentação poderão variar com mudanças no nível do mar. Na costa de mar aberto, um aumento na taxa de transporte de areia ao longo da costa deve ser esperado como consequência de maiores ondas, sendo Recife um exemplo disso. Três locais onde já se verifica severa deposição no canal de acesso são: Fortaleza (0,6, 1,6 e 2,5 milhões m^3/ano nos anos 1960, 1970 e 1980, respectivamente), Paranaguá (38 milhões m^3 entre 1968 e 1979) e São Francisco do Sul (3,4 milhões m^3 entre 1974 e 1979 no canal de acesso e 16.000 m^3 na bacia de evolução).

Parte_1_Cap_4.indd 109 10/23/10 1:37 AM

Aumentos na altura das ondas já foram descritos no Atlântico Norte. Mudanças similares no Atlântico Sul seriam motivo de preocupação para a indústria de petróleo *off-shore* que fornece a maior parte do petróleo e gás natural produzidos no Brasil, como também para todas as estruturas costeiras.

Ocupação Humana do Litoral

A distribuição geográfica da população nos estados costeiros é bastante diferenciada. Levando-se em conta apenas as micro-regiões consideradas pelo IBGE que se situam na Zona Costeira, e dentro delas os municípios que são banhados pelo mar ou se situam em ambientes estuarinos, a porcentagem da população brasileira que efetivamente reside na Zona Costeira situa-se na faixa entre 22% a 25%, valor que se mantém estável desde o Censo de 1980. Isto contrapõe-se a uma visão usualmente aceita de um país cuja população concentra-se no litoral. Identificam-se três categorias entre os estados brasileiros: aqueles que apresentam população nos municípios costeiros inferior a 10% (São Paulo, Paraná e Piauí); os que possuem população superior a 60% (Rio de Janeiro e Amapá); e os que apresentam população na faixa entre 20% e 50% (os demais). Como forma de caracterizar a ocupação humana no litoral, pode-se adotar a densidade demográfica espacial ou o índice denominado "População por extensão de Linha de Costa – PLC", que consiste na razão entre a população dos municípios costeiros dentro de uma micro-região e a extensão da linha de costa - LC em quilômetros desta micro-região. De acordo com a contagem populacional de 2007, aproximadamente 7.100 km da costa brasileira apresenta valores de PLC inferiores a 1.000 hab/kmLC, ou seja são regiões desabitadas e, por este motivo, vulneráveis à ocupação indevida ou ambientalmente frágeis. Cerca de 3.700 km apresentam ocupação entre 1.000 e 5.000 hab/kmLC, o que corresponde a municípios pequenos; aproximadamente 500 km apresentam valor de PLC entre 5.000 e 10.000 hab/kmLC, o que corresponde a cidades de porte médio; e cerca de apenas 1.000 km apresentam valor de PLC superior a 10.000 hab/kmLC, categoria que engloba as principais capitais estaduais costeiras do país.

Dados do Censo Demográfico de 2000 indicaram que a Zona Costeira possuía 395 municípios (IBGE, 2000b). Do total de municípios costeiros, 179 (45,3%) foram classificados como sendo de pequeno porte (população inferior a 20 mil habitantes). Estes estavam localizados, primordialmente, nas regiões Sul (57,33%) e Nordeste (47,9%), conformando dezenas de núcleos tradicionais com a economia baseada na agricultura, pecuária, pesca e, mais recentemente, na carcinicultura[26] e nas atividades turísticas e de lazer.

Os municípios de porte médio, compreendendo uma população entre 20 e 100 mil habitantes, predominavam nas regiões Nordeste (56,8%) e no Sudeste (19,3%), as duas regiões que, historicamente, foram ocupadas desde o período colonial. Esses municípios apresentavam um perfil socioeconômico urbano ainda incipiente, intensificado nos últimos anos pela exploração turística e imobiliária da costa litorânea. Por outro lado, os municípios com mais de 100 mil habitantes, considerados de grande porte, localizam-se primordialmente nas regiões Sudeste (40,9%) e Nordeste (39,3%), conformando uma complexa rede de espaços altamente urbanizados, mas carentes de qualidade socioambiental. Predominam nesses sistemas urbanos a concentração populacional, as atividades industriais, comerciais e de serviços. Portanto, constituem-se nos locais de maior vulnerabilidade socioambiental (STROHAECKER, 2008).

A Zona Costeira brasileira, portanto, pode ser considerada uma região de contrastes. Nela são encontradas áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades portuária e industrial relevantes e exploração turística em larga escala (casos das metrópoles e centros regionais litorâneos localizados, em grande parte, em áreas estuarinas e baías, centros difusores dos primeiros movimentos de ocupação do Brasil). Por outro lado, encontram-se também, áreas de baixa densidade de ocupação e ocorrência de ecossistemas de grande significado ambiental, que, no entanto, vêm sendo objeto de acelerado processo de ocupação.

Nesse contexto, o Ministério do Meio Ambiente, em cooperação com o Conselho Interministerial do Mar, os governos estaduais, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama e outras instituições, tentam ordenar e proteger os ecossistemas com a implementação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC[27].

4.1.2 Amazônia

Em território brasileiro, os ecossistemas amazônicos ocupam os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso. A Amazônia é reconhecida como a maior floresta tropical existente, o equivalente a 1/3 das reservas de florestas tropicais úmidas e o maior banco genético do planeta. Contém 1/5 da disponibilidade mundial de água doce e um patrimônio mineral não mensurado.

26 Carcinicultura é a criação de camarões em viveiros.

27 O PNGC foi constituído pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, cujos detalhamentos e operacionalização foram objeto da Resolução nº 01, da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM, de 21 de novembro de 1990, aprovada após audiência do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. *Vide*: <http://www.mma. gov.br/estruturas/sqa/_arquivos/pafzc_out2005.pdf>.

Parte_1_Cap_4.indd 110 10/23/10 1:37 AM

A grande diversidade geológica, aliada ao relevo diferenciado, resultou na formação das mais variadas classes de solo, sob a influência das grandes temperaturas e precipitações, características do clima equatorial quente superúmido e úmido. Contudo, a fertilidade natural dos solos é baixa, em contraste com a exuberância das florestas ombrófilas (úmidas) que nelas se desenvolvem.

A floresta, apesar de ser a característica mais marcante da Amazônia, não esconde a grande variedade de ecossistemas, dentre os quais se destacam as matas de terra firme, as florestas inundadas, as várzeas, os igapós, os campos abertos e os cerrados. Consequentemente, a Amazônia abriga uma infinidade de espécies vegetais e animais.

Em nenhum lugar do mundo existem mais espécies de animais e de plantas do que na Amazônia, tanto em termos de espécies habitando a região como um todo, como coexistindo em um mesmo ponto. Entretanto, apesar de a Amazônia ser a região de maior biodiversidade do planeta, apenas uma fração dessa biodiversidade é conhecida.

De acordo com registros do Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG[28], a riqueza da flora da Amazônia compreende aproximadamente 30.000 espécies, cerca de 10% das plantas de todo o planeta. A diversidade de árvores varia de 40 a 300 espécies diferentes por hectare.

Em relação aos artrópodos (insetos, aranhas, escorpiões, lacraias, etc.) as estimativas da equipe de pesquisadores do Museu Emílio Goeldi é a de que mais de 70% das espécies da Amazônia ainda não possuem nomes científicos e, considerando o ritmo atual de trabalhos de levantamento e taxonomia, tal situação permanecerá por muito tempo. Existem registros de 1.800 espécies de borboletas e estimativas de existência de mais de 3.000 espécies de formigas e de 2.500 a 3.000 espécies de abelhas.

Existem também, no Museu Emílio Goeldi, dados de estimativa de 1.300 espécies de peixes para toda a bacia amazônica, sendo que apenas no rio Negro já foram registradas 450 espécies. Registros de 163 espécies de anfíbios; de 240 espécies de répteis, muitas das quais restritas à Amazônia ou a parte dela; de mais de 1.000 espécies de aves, das quais 283 possuem distribuição restrita ou são muito raras; e de 311 espécies de mamíferos devem ser destacados.

Vários estudos realizados na Amazônia, particularmente sob o Experimento de Larga Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA[29], indicam a existência de uma dinâmica particular da floresta amazônica que por vezes atua como fonte e outras como sumidouro de carbono. Alguns resultados recentes corroboram o entendimento de que a floresta amazônica está atuando como um sumidouro de carbono, em particular os resultados do estudo em parcelas permanentes estabelecidas na Reserva Ducke[30]. Este estudo tem demonstrado que mesmo a floresta natural está atuando como um sumidouro, embora isto não seja homogêneo em todas as áreas, dependendo do tipo de solo e de outras variáveis.

Resultados de pesquisas no Brasil também têm apontado que uma elevação da temperatura média em 3 °C a 4 °C na Amazônia, até 2100, teria um impacto significativo na floresta, não adaptada à temperaturas acima de 40 °C. Projeta-se que parte da vegetação natural seria substituída por outra semelhante à do Cerrado, que suporta maiores temperaturas.

O uso e a ocupação do solo da Amazônia são caracterizados pelo extrativismo vegetal e animal – incluindo a extração da madeira por madeireiras – pela pecuária, pela agricultura de subsistência, bem como pelo cultivo de espécies vegetais arbustivo-arbóreas. A produção de grãos recobre parcelas contínuas expressivas. A mineração e o garimpo (atividades pontuais) e a infra-estrutura regional (atividades pontuais e lineares) também são responsáveis pela alteração dos ecossistemas naturais. Nos arredores de núcleos urbanos e áreas de ocupação mais antigas, uma boa parte das terras, outrora desmatadas, encontra-se recoberta ora por capoeiras ora por florestas nativas nos seus vários estágios de crescimento e regeneração.

Os instrumentos de conservação da natureza, presentes na Amazônia, são o manejo de ecossistemas, as unidades de conservação, o estudo e a preservação de espécies da fauna e flora.

28 O Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG é uma instituição de pesquisa vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil. Está localizado na cidade de Belém, estado do Pará, região amazônica. Desde sua fundação, em 1866, suas atividades concentram-se no estudo científico dos sistemas naturais e socioculturais da Amazônia, bem como na divulgação de conhecimentos e acervos relacionados à região. *Vide*: <http://www.museu-goeldi.br/institucional/ index.htm> e <http://www.museu-goeldi.br/biodiversidade/index.asp>.

29 *Vide* Parte IV, seção 2.3, sobre Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (*Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia* - LBA)

30 A Reserva Florestal Adolpho Ducke, de propriedade do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-INPA, localizada na zona leste de Manaus, representa um dos recursos ambientais mais valiosos da cidade, pois abriga uma fauna e flora extremamente diversas e várias nascentes de igarapés, fornecendo água pura e limpa ao entorno da Reserva.

Parte_1_Cap_4.indd 111 10/23/10 1:37 AM

A Amazônia desempenha papel fundamental no controle do regime de precipitação e umidade em grande parte do continente sul americano e detém grande parte da água doce do planeta, além de abrigar uma imensa biodiversidade. Todos os motivos aqui citados tornam esta região especialmente sensível à mudança global do clima.

4.1.3 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um complexo e exuberante conjunto de ecossistemas de grande importância por abrigar uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, reconhecida nacional e internacionalmente no meio científico. Lamentavelmente, é também um dos biomas mais ameaçados do mundo, devido às constantes agressões ou ameaças de destruição dos hábitats nas suas variadas tipologias e ecossistemas associados.

A Mata Atlântica está distribuída ao longo da costa atlântica do país, atingindo áreas da Argentina e do Paraguai nas regiões Sudeste e Sul. A Mata Atlântica abrangia originalmente 1.315.460 km^2 do território brasileiro. Seus limites originais contemplavam áreas em 17 estados, (PI, CE, RN, PE, PB, SE, AL, BA, ES, MG, GO, RJ, MS, SP, PR, SC e RS), o que correspondia a aproximadamente 15% do Brasil. Atualmente, entretanto, cerca de 70% desta área já foi desmatada (ROMA, 2007).

Nessa extensa área, vive atualmente cerca de 60% da população brasileira, ou seja, com base no Censo Populacional 2007 do IBGE, são mais de 112 milhões de habitantes em 3.222 municípios, que correspondem a 58% dos existentes no Brasil. Destes, 2.594 municípios possuem a totalidade dos seus territórios no bioma e mais 628 municípios estão parcialmente inclusos (IBGE, 2005).

O alto grau de interferência na Mata Atlântica é conhecido. Desde o início da colonização europeia, com a ocupação dos primeiros espaços territoriais próximos à região costeira e a exploração do pau-brasil – árvore da qual era extraída uma tintura muito utilizada pela indústria têxtil na época – muita matéria-prima passou a ser explorada. Impactos dos diferentes ciclos de exploração vieram posteriormente, como o do ouro, o da cana-de-açúcar e, posteriormente, o do café. Novos ciclos econômicos, de desenvolvimento e de integração nacional surgiram e instalou-se de vez um processo de industrialização e, consequentemente, de urbanização, com as principais cidades e metrópoles brasileiras assentadas hoje na área originalmente ocupada pela Mata Atlântica, que fizeram com que sua vegetação natural fosse reduzida drasticamente.

A dinâmica da destruição foi mais acentuada nas últimas três décadas, resultando em alterações severas para os ecossistemas pela alta fragmentação do hábitat e perda de sua biodiversidade. A Figura 4.2 mostra a área de Mata Atlântica remanescente no país, no mais recente levantamento de imagens, produzido pelo INPE e pelo Instituto SOS Mata Atlântica.

Figura 4.2 Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica



Fonte: SOSMA/INPE, 2008. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/estados/mapa_ BRASIL _a3_portrait_08_SDEC.pdf>.

4.1.4 Campos Sulinos

Os "Campos Sulinos" foram assim nomeados pelo estudo de prioridades para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade da Mata Atlântica e dos Campos Sulinos do MMA/Pronabio elaborado pela Conservação Internacional - CI, Instituto Sócio Ambiental - ISA, WWF e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama[31]. De maneira genérica, os campos da região Sul do Brasil são denominados "pampas", termo de origem indígena para "região plana". Esta denominação, no entanto, corresponde somente a um dos tipos de campo, mais encontrado ao sul do

31 *Vide*: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/campos_sulinos.htm>

Parte_1_Cap_4.indd 112 10/23/10 1:37 AM

estado do Rio Grande do Sul, atingindo também o Uruguai e a Argentina. Outros tipos conhecidos como campos do alto da serra são encontrados em áreas de transição com o domínio de araucárias. Em outras áreas encontram-se, ainda, campos de fisionomia semelhante à savana.

À primeira vista, a vegetação campestre mostra uma aparente uniformidade, apresentando nos topos mais planos um tapete herbáceo baixo, de 60 cm a 1 m, ralo e pobre em espécies, que se torna mais denso e rico nas encostas, predominando gramíneas, compostas e leguminosas; os gêneros mais comuns são: *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Melica e Briza*. A mata aluvial apresenta inúmeras espécies arbóreas de interesse comercial.

A vocação da região de Campanha, a maior extensão de campos do estado do Rio Grande do Sul, está na pecuária de corte. As técnicas de manejo adotadas, porém, não são adequadas para as condições desses campos, e a prática artesanal do fogo ainda não é bem conhecida em todas as suas consequências. As pastagens são, em sua maioria, utilizadas sem grandes preocupações com a recuperação e a manutenção da vegetação. Os campos naturais no Rio Grande do Sul são geralmente explorados sob pastoreio contínuo e extensivo.

Outras atividades econômicas importantes, baseadas na utilização dos campos, são as culturas de arroz, milho, trigo e soja, muitas vezes praticadas em associação com a criação de gado bovino e ovino. No alto rio Uruguai e no planalto médio, a expansão da soja e também do trigo levou ao desaparecimento dos campos e à derrubada das matas. Atualmente, essas duas culturas ocupam praticamente toda a área, provocando gradativa diminuição da fertilidade dos solos. Disso também resultam a erosão, a compactação e a perda de matéria orgânica.

4.1.5 Pantanal

A Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1991, definiu o Pantanal mato-grossense como "a maior planície de inundação contínua do planeta". Sua localização geográfica é de particular relevância, uma vez que representa a ligação entre o Cerrado, no Brasil Central, o Chaco, na Bolívia, e a região Amazônica, ao Norte, identificando-se, aproximadamente, com a bacia do alto do Paraguai[32].

O Pantanal funciona como um grande reservatório, provocando uma defasagem de até cinco meses entre as vazões de entrada e saída de água. O regime de verão determina enchentes entre novembro e março no norte e entre maio e agosto no sul, neste caso sob a influência reguladora do Pantanal.

Como área de transição, a região do Pantanal ostenta um mosaico de ecossistemas terrestres, com afinidades, sobretudo, com os Cerrados e, em parte, com a floresta Amazônica, além de ecossistemas aquáticos e semi-aquáticos, interdependentes em maior ou menor grau. Os planaltos e as terras altas da bacia superior são formados por áreas escarpadas e testemunhos de planaltos erodidos, conhecidos localmente como serras. São cobertos por vegetações predominantemente abertas, tais como campos limpos, campos sujos, cerrados e cerradões, determinadas, principalmente, por fatores edafoclimáticos e, também, por florestas úmidas, prolongamentos do ecossistema amazônico.

A planície inundável que forma o Pantanal, propriamente dito, representa uma das mais importantes áreas úmidas da América do Sul. Nesse espaço podem ser reconhecidas planícies de baixa, média e alta inundação, destacando-se os ambientes de inundação fluvial generalizada e prolongada. Esses ambientes, periodicamente inundados, apresentam alta produtividade biológica, grande densidade e diversidade de fauna.

O processo de expansão da fronteira, ocorrido principalmente após 1970, foi a causa fundamental do crescimento demográfico do Centro-Oeste brasileiro. A região da planície pantaneira, com sua estrutura fundiária de grandes propriedades voltadas para a pecuária em suas áreas alagadiças, não se incorporou ao processo de crescimento populacional. Não houve aumento significativo em número ou população das cidades pantaneiras. No planalto, contudo, o padrão de crescimento urbano foi acelerado. Como todas as cidades surgidas ou expandidas nessa época, as do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul não tinham e nem têm infra-estrutura adequada para minimizar o impacto ambiental do crescimento acelerado, causado, principalmente, pelo lançamento de esgotos domésticos ou industriais nos cursos d'água da bacia. Esse tipo de poluição repercute diretamente na planície pantaneira, que recebe os sedimentos e resíduos das terras altas.

O mesmo processo de expansão da fronteira foi responsável pelo aproveitamento dos cerrados para a agropecuária, o que causou o desmatamento de áreas do planalto para a implantação de lavouras de soja e arroz, além de pastagens.

4.1.6 Cerrado

O bioma Cerrado é considerado como um ecossistema tropical de savana, com similares na África e na Austrália. A área nuclear ou central do Cerrado está distribuída, principalmente, pelo Pla-

32 *Vide*: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/pantanal.htm>.

Parte_1_Cap_4.indd 113 10/23/10 1:37 AM

nalto Central Brasileiro, nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal, abrangendo 196.776.853 ha. Há outras áreas de Cerrado, chamadas periféricas ou ecótonos, que são transições com os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga.

Os Cerrados são assim reconhecidos devido as suas diversas formações ecossistêmicas. Sob o ponto de vista fisionômico, há o "cerradão", o cerrado típico, o campo cerrado, o campo sujo de cerrado, e o campo limpo, que apresentam altura e biomassa vegetal em ordem decrescente. O chamado "cerradão" é a única considerada como formação florestal.

A típica vegetação que ocorre no Cerrado possui seus troncos tortuosos, de baixo porte, ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. Os estudos efetuados consideram que a vegetação nativa do Cerrado não apresenta essa característica pela falta de água – pois, ali se encontra uma grande e densa rede hídrica – mas sim, devido a fatores edáficos, como o desequilíbrio no teor de micronutrientes, a exemplo do alumínio.

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, com a presença de diversos ecossistemas e flora e fauna riquíssimas.

Até a década de 1950, os Cerrados mantiveram-se quase inalterados. A partir da década de 1960, com a interiorização da capital do país e a abertura de uma nova rede rodoviária, largos ecossistemas deram lugar à pecuária e à agricultura extensiva, como a soja, arroz e ao trigo. Tais mudanças se apoiaram, sobretudo, na implantação de novas infra-estruturas viárias e energéticas, bem como na descoberta de novas vocações desses solos regionais, permitindo novas atividades agrárias rentáveis, o que causou impacto na biodiversidade até então pouco alterada.

A partir da década de 1990, governos e diversos setores organizados da sociedade iniciaram debates sobre como conservar as áreas remanescentes do Cerrado, com a finalidade de buscar tecnologias embasadas no uso adequado dos recursos hídricos, na extração de produtos vegetais nativos, nos criadouros de animais silvestres, no ecoturismo e outras iniciativas que possibilitem um modelo de desenvolvimento sustentável.

4.1.7 Caatinga

O bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na região Nordeste, estendendo-se pelo domínio de climas semiáridos e ocupando os estados da Bahia, Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Maranhão e Minas Gerais. O termo Caatinga é originário do tupi-guarani[33] e significa "mata branca". É um bioma único, pois, apesar de estar localizado em área de clima semiárido, apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas. A folhagem das plantas volta a brotar e fica verde nos curtos períodos de chuvas.

A Caatinga é dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa – com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias, com grande quantidade de plantas espinhosas, entremeadas de outras espécies, como as cactáceas e as bromeliáceas.

A maior parte da população local sobrevive à custa de uma agricultura incipiente, de um extrativismo vegetal pobre e de uma pecuária irrisória. Existe a pecuária bovina e a pecuária caprina, sendo esta mais importante que a outra. Ovinos deslanados também são criados como alternativa. A irregularidade climática é um dos fatores que mais interfere na vida da população. Mesmo quando chove, o solo raso e pedregoso não consegue armazenar a água que cai e a temperatura elevada (médias entre 25°C e 29°C) provoca intensa evaporação. Por isso, somente em algumas áreas próximas às serras, onde a abundância de chuvas é maior, a agricultura se torna possível. Existem algumas manchas de solo que podem ser aproveitadas pela agricultura, e atualmente, com uma forte irrigação e correção do solo (pois este em geral é ácido) planta-se café, manga e outras frutas com grande sucesso[34].

Os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. As queimadas são ainda práticas comuns no preparo da terra para a agropecuária. Aproximadamente 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados[35].

4.2 Regiões de Ecossistemas Frágeis

Os ecossistemas frágeis incluem os desertos, as terras semiáridas, as montanhas, as terras úmidas, as ilhotas e determinadas áreas costeiras, sendo importantes por terem características e recursos próprios.

33 Língua indígena brasileira; lingua-geral falada até o século XIX no litoral (designação genérica das tribos tupis do litoral) e, atualmente, ainda em certas áreas esparsas na Amazônia sob o nome de *nheengatu*.

34 *Vide*: <http://www.vivaterra.org.br/caatinga.htm>.

35 *Vide*: < http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>.

Parte_1_Cap_4.indd 114 10/23/10 1:37 AM

O território brasileiro é constituído de estruturas geológicas muito antigas e é bastante erodido. O país apresenta modestas altitudes, uma vez que 93% do território brasileiro possuem altitudes inferiores a 900 metros. Assim, não há grandes cadeias montanhosas no Brasil e as maiores montanhas do país localizam-se em parques nacionais[36], como pode ser verificado na Tabela 4.2.

Atenção especial tem sido dada no país à conservação da Serra do Mar, que constitui um sistema montanhoso que se estende desde o estado do Espírito Santo até o sul do estado de Santa Catarina. A Serra do Mar abriga os principais remanescentes da Mata Atlântica, que recobria toda a costa leste brasileira, desde o estado do Rio Grande do Norte até o estado do Rio Grande do Sul.

A Constituição Federal dispõe[37] que "a Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais".

4.3 Desertificação

A desertificação não é um problema recente. Em 1977, em Nairobi, Quênia, foi realizada a Conferência Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, onde foram fixadas as linhas do Plano de Ação de Combate à Desertificação - PACD, que tinha como objetivo desenvolver ações em âmbito mundial. No entanto, os avanços obtidos foram extremamente modestos.

Tabela 4.2 Montanhas do Brasil com altitudes superiores a 2.600 metros

NOME	LOCALIZAÇÃO	ESTADO	ALTITUDE (m)
Pico da Neblina	Parque Nacional do Pico da Neblina	Amazonas	3.014
Pico 31 de Março	Parque Nacional do Pico da Neblina	Amazonas	2.992
Pico da Bandeira	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo / Minas Gerais	2.890
Pico das Agulhas Negras	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.787
Pico do Cristal	Parque Nacional do Caparaó	Minas Gerais	2.780
Pedra da Mina	Serra Fina	Minas Gerais / São Paulo	2.770
Monte Roraima	Parque Nacional do Monte Roraima	Roraima	2.727
Morro do Couto	Parque Nacional do Itatiaia	Rio de Janeiro	2.680
Pedra do Sino de Itatiaia	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais	2.670
Pico dos Três Estados	Serra Fina	Minas Gerais / Rio de Janeiro / São Paulo	2.665
Pedra do Altar	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.665
Morro da Cruz do Negro	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.658
Pedra Roxa	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.649
Pico do Tesouro	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.620
Pico do Maromba	Parque Nacional do Itatiaia	Rio de Janeiro	2.619
Morro do Massena	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.609
Pico da Cabeça de Touro	Serra Fina	São Paulo	2.600

Fonte: IBGE, 1996.

36 Em 22 de agosto de 2002, foi criado por Decreto Presidencial o Parque Nacional das Montanhas de Tumucumaque, na região noroeste do Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa, que corresponde a 3,8 milhões de hectares de floresta amazônica contínua e praticamente intocada.

37 Em seu artigo 225°, parágrafo 4°.

Parte_1_Cap_4.indd 115 10/23/10 1:37 AM

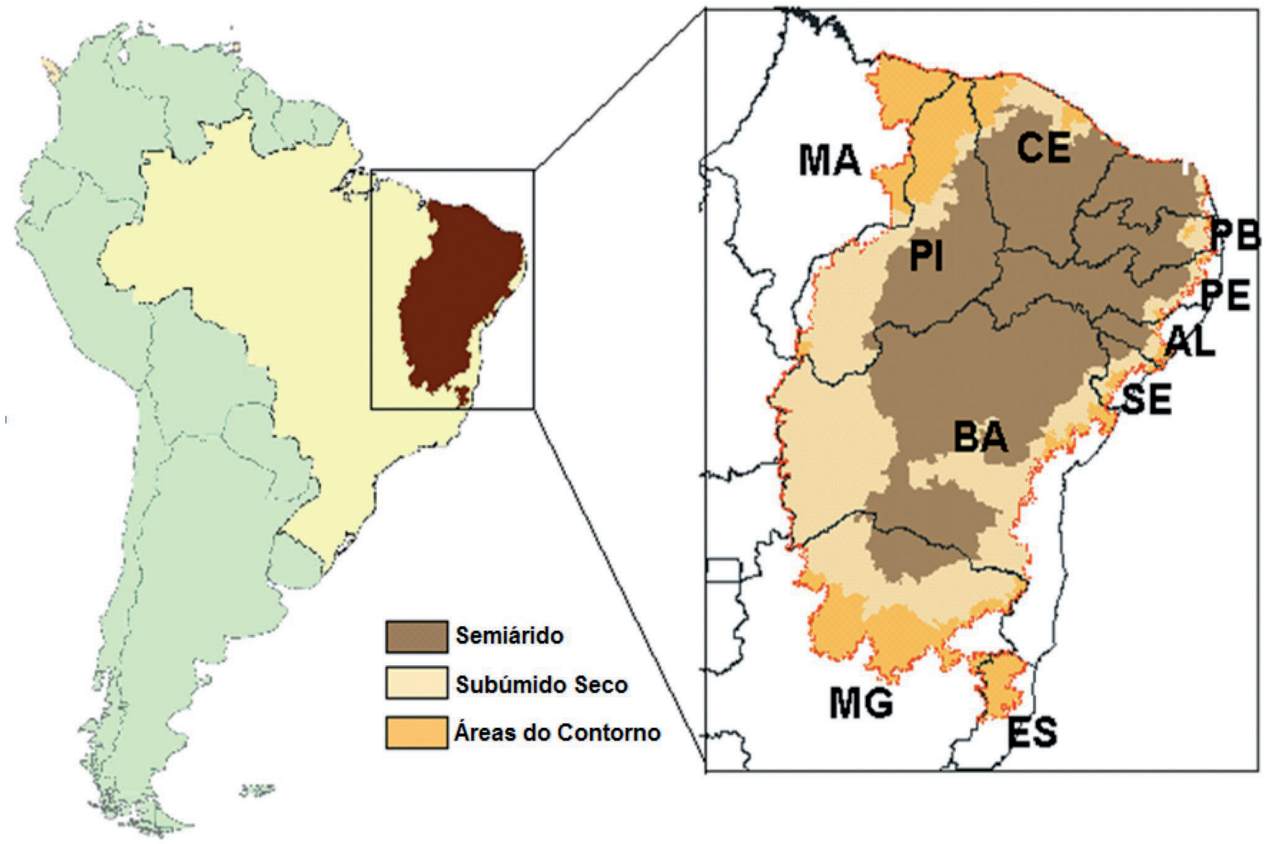
No escopo de aplicação da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, as áreas susceptíveis à desertificação são aquelas de clima árido, semiárido e sub-úmido seco. Essas classes climáticas, no âmbito da questão da desertificação, são determinadas de acordo com Índice de Aridez (THORNTHWAITE, 1941), adotado para o estabelecimento das áreas susceptíveis e para a elaboração do *World Atlas of Desertification* publicado pelo *United Nations Environment Programme* (UNEP, 1997), mapa este que tem servido de parâmetro em todo o mundo. Esse índice é definido como a razão entre a quantidade de água advinda da chuva e a evapotranspiração potencial, ou seja, a perda máxima possível de água pela evaporação e transpiração, determinando as seguintes categorias:

- Hiperárido - < 0,03
- Árido - 0,03 - 0,20
- Semiárido - 0,21-0,51
- Subúmido seco - 0,51-0,65
- Subúmido úmido - > 0,65

As áreas susceptíveis à desertificação correspondem a mais de 30% da superfície terrestre do planeta, onde vivem mais de 1 bilhão de pessoas. No Brasil, as áreas susceptíveis são aquelas que correspondem às regiões semiárida e subúmida seca, localizadas em sua grande maioria na região Nordeste e no norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 4.3).

A região semiárida brasileira caracteriza-se por evapotranspiração elevada, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade, alta salinidade, baixa fertilidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita seu potencial produtivo. Além disso, o processo de desertificação é intensificado pela pobreza, e vice-versa. Na região semiárida brasileira são verificados os indicadores sociais mais alarmantes do Brasil. As áreas suscetíveis à desertificação somam entre 940 mil e 1,3 milhão, ou seja, entre 11 e 15,2% do território brasileiro, concentrando 1.482 municípios, onde estão cerca de 32 milhões de habitantes (MMA, 2004). São números que fazem do conjunto desta área, a região seca mais populosa do mundo.

Figura 4.3 Áreas do território brasileiro susceptíveis à desertificação

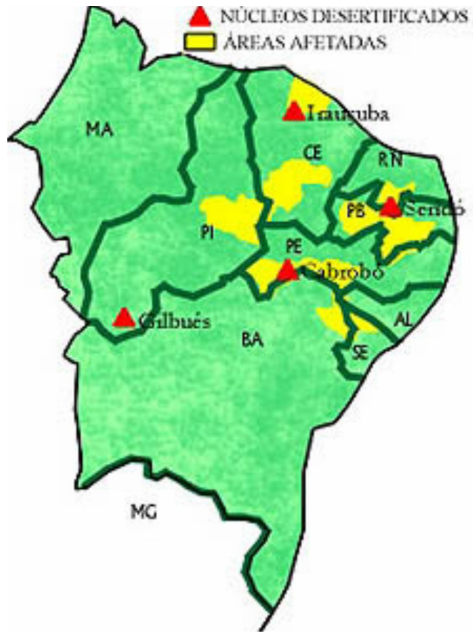


Fonte: MMA, 2004.

Parte_1_Cap_4.indd 116 10/23/10 1:37 AM

Dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004) indicam que uma área de 181.000 km² na região semiárida vem sendo seriamente afetada pelo processo de desertificação, com a geração de impactos difusos, abrangendo diferentes níveis de degradação de solos, da vegetação e dos recursos hídricos. As áreas mais críticas, com intensa degradação de recursos e gerando danos consideráveis, chamadas de núcleos desertificados, foram inicialmente identificadas em quatro localidades: Gilbués, Iraçuba, Seridó e Cabrobó, totalizando 18.743,5 km², conforme apresentadas na Figura 4.4.

Figura 4.4 Áreas afetadas e núcleos desertificados na região Nordeste do Brasil



A região Nordeste do Brasil caracteriza-se naturalmente como de alto potencial para evaporação de água, em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Ciclos de fortes estiagens e secas costumam atingir a região em intervalos que vão de poucos anos a até mesmo décadas. Aumentos de temperatura associados à mudança do clima decorrente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas. Isto é, a não ser que haja aumento do volume de chuvas, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional (MARENGO, 2008).

Estudo desenvolvido pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, em 2005 (NAE, 2005), indicou a região Nordeste como a região do país mais vulnerável à mudança global do clima, considerando que nessa região, a escassez de água já é um problema. Atualmente, a disponibilidade hídrica per capita na região é insuficiente nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, sem contar as variações regionais de déficit hídrico, que tornam a situação ainda mais insustentável para os habitantes do semiárido afetados pelo estresse hídrico.

É importante ressaltar que, no Brasil, as áreas susceptíveis a grave degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e a redução da qualidade de vida das populações afetadas não se limitam às regiões semiárida ou subúmida seca. Têm sido identificados processos de degradação de solos em outras partes do país, como no Rio Grande do Sul (especialmente no município de Alegrete), Paraná, São Paulo e Rondônia. Situação preocupante de degradação é a da região do cerrado, pois o solo, formado por areia quartzonita, é naturalmente pouco estruturado e pobre em nutrientes. Embora a vegetação compense a fragilidade do ecossistema, mantendo uma pequena camada de solo fértil, as frequentes queimadas e a ação do gado, que consome todos os brotos, provocam o enfraquecimento da terra, sendo que a camada de terra produtiva cede lugar à areia. Entretanto, essas áreas não são enquadradas no conceito de desertificação de acordo com a metodologia das Nações Unidas.

A desertificação provoca três tipos de impactos, relacionados entre si: ambientais, sociais e econômicos. Os impactos ambientais correspondem à destruição da fauna e da flora, redução significativa da disponibilidade de recursos hídricos (assoreamento de rios e reservatórios) e perda das propriedades física e química dos solos. Esses impactos ambientais geram perda considerável da capacidade produtiva do solo, provocando mudanças sociais. Com um semiárido mais árido e com maior frequência de secas, a base de sustentação para as atividades humanas diminuirá, sendo provável que aumente o deslocamento da população – principalmente agricultores pobres, como os agricultores de subsistência – para as grandes cidades da região ou para outras regiões, aumentando os problemas sociais já presentes nas grandes cidades. As consequências econômicas desses impactos também são grandes. As estimativas das perdas em solos e recursos hídricos representam uma enorme perda econômica que afeta milhões de pessoas e contribui para a pobreza e a vulnerabilidade social. No Brasil, os custos das perdas de solo e de recursos hídricos chegam a US$ 5 bilhões por ano, o equivalente a 0,8% do Produto Interno Bruto - PIB,

Parte_1_Cap_4.indd 117 10/23/10 1:37 AM

e afetam negativamente a vida de mais de 15 milhões de pessoas[38].

O Brasil, conforme prevê a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, elaborou o Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca - PAN-Brasil. O programa é um meio de planejamento que visa a definir as diretrizes e as principais ações para o combate e a prevenção do fenômeno da desertificação nas regiões brasileiras com clima semiárido e subúmido seco.

O governo brasileiro está criando um sistema para prever a ocorrência de grandes períodos de seca no semiárido e apontar as áreas suscetíveis a um processo de desertificação que pode ser agravado pela mudança global do clima. Batizado de Sistema Brasileiro de Alerta Precoce de Secas e Desertificação, uma iniciativa dos Ministérios da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, o projeto visa à criação e implantação de um sistema que permita previsão mais imediata das grandes secas episódicas que atingem a região. Visa, também, à criação de uma ferramenta de diagnóstico para identificar áreas mais afetadas pela degradação ambiental e mais suscetíveis à desertificação. Ações de irrigação nas áreas do semiárido também têm sido implementadas.

4.4 Áreas de Alta Poluição Atmosférica Urbana

No Brasil, como na maioria dos países em desenvolvimento, os índices de urbanização são altos. Na década de 1970, o país atingiu um índice de urbanização de 55,9%, chegando a 81,2% em 2000 e em 84,4% em 2008. A região Sudeste, a mais desenvolvida do país, apresentou, em 2007, um índice de 91,9%[39].

Esse crescimento acelerado nas últimas décadas, na sua grande maioria desordenado, acarretou fortes pressões nas zonas urbanas. Tal processo, combinado com a industrialização, implica altos índices de poluição atmosférica urbana.

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar. É considerado poluente atmosférico[40] "qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade".

O mais sério problema de poluição atmosférica verificado no Brasil está relacionado à emissão de material particulado - MP pelas indústrias e pelo setor de transportes. O material particulado consiste de uma mistura de partículas em forma líquida, sólida ou ambas, que fica em suspensão no ar e representa uma complexa mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas. Essas partículas variam em tamanho, composição e origem. Suas propriedades são resumidas de acordo com seus diâmetros aerodinâmicos, chamado tamanho da partícula.

A fração grossa é chamada de MP_{10} (partículas com diâmetros aerodinâmicos menores que 10 μm), que podem alcançar as partes superiores das vias respiratórias e o pulmão. Partículas menores ou finas são chamadas de $MP_{2,5}$ (com diâmetros aerodinâmicos menores que 2,5 μm). Essas partículas são mais perigosas porque penetram mais profundamente no pulmão, podendo alcançar a região alveolar. O tamanho das partículas também determina o tempo de suspensão na atmosfera. Enquanto a sedimentação e a precipitação removem as MP_{10} da atmosfera em algumas horas a partir da emissão, as $MP_{2,5}$ podem permanecer em suspensão por dias, ou mesmo algumas semanas, podendo ser transportadas por grandes distâncias (OMS, 2005).

O longo tempo de exposição ao material particulado pode resultar em redução substancial na expectativa de vida. Os efeitos de longo prazo possuem efeito muito mais significativo à saúde pública do que efeitos de curto prazo. O $MP_{2,5}$ mostra maior associação com mortalidade, indicando um aumento de 6% no risco de morte por qualquer doença por um aumento de 10 $\mu g/m^3$ na concentração. Com esse mesmo aumento de concentração, o risco relativo estimado aumenta em 12% para mortes por doenças cardiovasculares e 14% para mortes por câncer de pulmão.

Os efeitos relacionados à exposição de longo prazo incluem: aumento de problemas respiratórios e doenças pulmonares obstrutivas crônicas, reduções das funções pulmonares em

38 *Vide*: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=ascom.noticiaMMA&idEstrutura=8&codigo=6027>

39 *Vide*: <http://www.sidra.ibge.go.br>.

40 Conforme a Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990.

Parte_1_Cap_4.indd 118 10/23/10 1:37 AM

crianças e adultos, e redução da expectativa de vida, devido, principalmente, à mortalidade cardiopulmonar e, provavelmente, ao câncer de pulmão.

Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas e materiais) como resultado final do processo de lançamento deste poluente na atmosfera a partir de suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas).

É importante frisar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. É por isso que a qualidade do ar piora com relação aos parâmetros monóxido de carbono, material particulado e dióxido de enxofre, durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já o ozônio apresenta maiores concentrações na primavera e verão, por ser um poluente secundário que depende da intensidade de luz solar para ser formado.

A determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por questões de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De forma geral, o grupo de poluentes consagrados universalmente como indicadores mais abrangentes da qualidade do ar é composto por: monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado, ozônio e dióxido de nitrogênio. A razão da escolha desses parâmetros, como indicadores de qualidade do ar, está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

Os padrões de qualidade do ar, segundo publicação da Organização Mundial da Saúde em 2005, variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas, além de vários outros fatores políticos e sociais, que por sua vez dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade na cional de gerenciar a qualidade do ar. As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta esta heterogeneidade e, em particular, reconhecem que, ao formularem políticas de qualidade do ar, os governos devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores propostos pela OMS como padrões nacionais.

No Brasil, os atuais padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência foram estabelecidos pelo Ibama[41], que ampliou o número de parâmetros anteriormente regulamentados[42]. Os padrões estabelecidos por meio dessa portaria foram submetidos ao Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama[43].

Segundo o Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2007), está prevista uma maior frequência de ondas de calor em áreas urbanas, com maior intensidade e duração. Além disso, pode-se prever uma deterioração da qualidade do ar e o aumento de áreas de risco, em especial nas cidades tropicais, cada vez mais sujeitas a chuvas intensas que podem provocar escorregamentos de encostas e alagamentos.

Em face do aquecimento global, espera-se que alguns poluentes tenham a sua concentração ambiental aumentada, notadamente os gases e partículas gerados a partir de processos fotoquímicos atmosféricos. Desse modo, poderá ocorrer um aumento da mortalidade geral em função da presença de aerossol secundário (nitratos e sulfatos) e gases oxidantes (ozônio) (NOBRE *et al.*, 2010).

4.5 Dependência Externa de Petróleo e de seus Derivados

Na década de 1970, a dependência externa de energia foi crescente, passando de 28% para cerca de 46% das necessidades nacionais. Os dados de 2007 mostram uma redução desse nível para pouco mais de 8%. Especificamente em relação ao petróleo, a diminuição foi ainda mais significativa: de dependente em cerca de 85% em 1979, o país passou à auto-suficiência em 2005, e, em 2006, apresentou um superávit de 1,7% (calculado como a diferença entre a demanda interna de energia, inclusive perdas de transformação, distribuição e armazenagem e a produção interna) (MME, 2008).

A Figura 4.5 mostra a evolução da dependência externa de petróleo e seus derivados entre os anos de 1999 e 2008. Os valores negativos representam os anos em que o Brasil apresentou superávit do produto em questão.

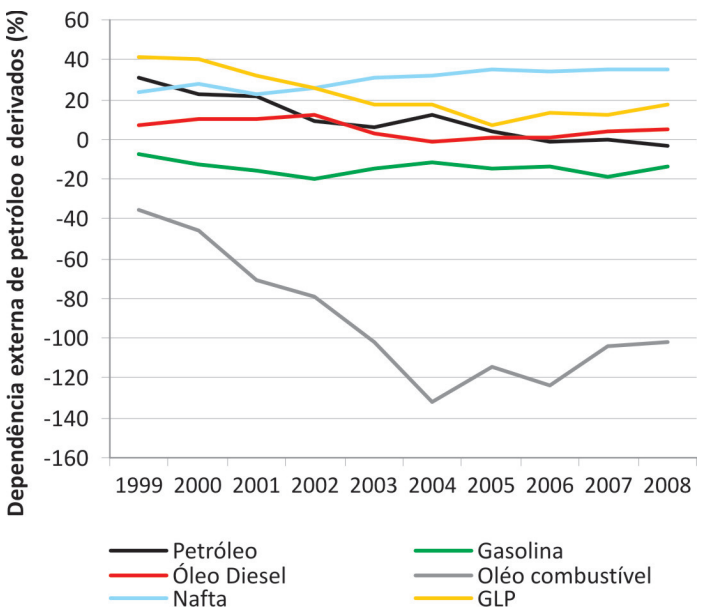
41 Por meio da Portaria Normativa nº 348, de 14 de março de 1990.

42 Por meio da Portaria GM nº 0231, de 27 de abril de 1976.

43 Em 28 de junho de 1990 e transformados na Resolução CONAMA nº 03/1990. *Vide* Parte III seção A.3.6 sobre o Programa Nacional de Controle e Poluição do Ar por Veículos Automotores - Pronar.

Parte_1_Cap_4.indd 119 10/23/10 1:37 AM

Figura 4.5 Evolução da dependência externa* de petróleo e de derivados - 1999 a 2008



* Nível de dependência externa (%) = (1 - produção / consumo total) * 100.
Fonte: BRASIL, 2009.

Grandes descobertas de petróleo, no Brasil, foram feitas, recentemente, na camada pré-sal[44], localizada entre os Estados de Santa Catarina e Espírito Santo, onde se encontraram grandes volumes de óleo leve. Assim, há uma tendência de que o Brasil, em um médio prazo, transforme-se em exportador líquido de derivados de petróleo.

44 O termo pré-sal refere-se a um conjunto de rochas localizadas nas porções marinhas de grande parte do litoral brasileiro, com potencial para a geração e acúmulo de petróleo. Convencionou-se chamar de pré-sal porque forma um intervalo de rochas que se estende por baixo de uma extensa camada de sal, que em certas áreas da costa atinge espessuras de até 2.000 m. O termo pré é utilizado porque, ao longo do tempo, essas rochas foram sendo depositadas antes da camada de sal. A profundidade total dessas rochas, que é a distância entre a superfície do mar e os reservatórios de petróleo abaixo da camada de sal, pode chegar a mais de 7 mil metros (*Vide*: < http://www2.petrobras.com.br/presal/10-perguntas/>).

Parte_1_Cap_4.indd 120 10/23/10 1:37 AM

Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C., 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 1 (1): 70-78.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Bacias hidrográficas no Brasil*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=104>. Acesso em: 18 mai. 2010.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2007. *Anuário Estatístico Portuário 2007*. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2007/Index.htm>. Acesso em: 09 jun. 2010.

BRASIL - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: MCT. 274p.

BRASIL - Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2008. *Balanço Energético Nacional 2008: ano base 2007*. Rio de Janeiro: EPE. 244p.

_____. Empresa de Pesquisa Energética, 2009. *Balanço Energético Nacional 2009: ano base 2008*. Rio de Janeiro: EPE. 274p.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L., 1999. Lepidóptera, p.227-243. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (ed.). *Invertebrados terrestres - biodiversidade do estado de São Paulo*. v.5. São Paulo: FAPESP.

CAVALCANTI, I. F. A. *et al.*, 1982. *Análise de um caso de atividade convectiva associada a linhas de instabilidade na região sul e sudeste do Brasil*. São José dos Campos: INPE.

CHAN, S. C., 1990. *Analysis of easterly wave disturbances over South Atlantic Ocean*. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: INPE.

CHIARELLO, A. G. *et al.*, 2008. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil, p.680-882. *In*: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

COSTA, L. P. *et al.*, 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 1(1): 103-112.

CUSTÓDIO, M. A. M.; HERDIES, D. L., 1994. O jato de baixos níveis a leste da cordilheira dos Andes – um estudo de caso. *In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.

DANTAS, R. J. E. S. *et al.*, 2009. *Balança comercial brasileira – dados consolidados*. Brasília: SEXEC/MDIC.

DRUMMOND, G. M., 2008. Introdução, p.39-155. *In*: MACHADO, A. B. M., DRUMMOND, G. M. e PAGLIA, A. P. (ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

E & E – ECONOMIA E ENERGIA. Disponível em: <http://ecen.com>. Acesso em: 7 jun. 2010.

FAO - *FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS*, 2010. *Global forest resources assessment 2010*. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/fra/41256/en/>. Acesso em: 05 ago. 2010.

FERNANDES, K. A.; SATYAMURTY, P., 1994. Cavados invertidos na região central da América do Sul. *In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.

FORZZA, R. C. *et al.*, 2010. *Introdução. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ 2010/>. Acesso: 28 mai. 2010.

GAN, M. A.; RAO, V. B., 1991. *Surface cyclogenesis over South America*. Monthly Weather Review. 119(5): 1293-1302.

GIRARDI, E. P., 2008. *Atlas da questão agrária brasileira*. Disponível em: <http://www4.fct.unesp.br/ nera/atlas/agropecuaria.htm>. Acesso em: 18 mai. 2010.

HASTENRATH, S.; HELLER, L., 1977. *Dynamics of climatic hazard in the northeast Brazil*. Quartely Journal of Royal Meteorological Society. 103(435): 77-92.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Ecossistemas brasileiros – Caatinga*. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/ ecossistemas/caatinga.htm>. Acesso em: 04 ago. 2010.

Parte_1_Cap_4.indd 121 10/23/10 1:37 AM

_____. *Ecossistemas brasileiros – Campos sulinos*. Disponível em: < http://www.ibama.gov.br/ ecossistemas/ campos_sulinos.htm>. Acesso em: 04 ago. 2010.

_____. *Ecossistemas brasileiros – Pantanal*. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/ ecossistemas/pantanal.htm>. Acesso em: 04 ago. 2010.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1960. *Censo demográfico 1960*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 1996. *Anuário estatístico do Brasil, 1996*. Brasília: IBGE.

_____, 2000a. *Anuário estatístico do Brasil - 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 2000b. *Censo demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 2001. *Cadastro de ilhas no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 2004. *Mapa da distribuição regional da vegetação natural – 2004*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/pol.php>. Acesso em: 1 a 12 mai. 2010.

_____, 2005. *Malha municipal digital do Brasil – 2005*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_doc 1a.shtm - Malha Municipal Digital do Brasil – 2005>. Acesso em: 14 jun. 2010.

_____, 2006a. *Pesquisa nacional por amostra de domicílios, v.27*. Rio de Janeiro: IBGE. 125p.

_____, 2006b. *Estatísticas da saúde – assistência médico-sanitária 2005*. Rio de Janeiro: IBGE. 162p.

_____, 2007a. *Contagem da população – 2007*. Rio de Janeiro: IBGE. 311p.

_____, 2007b. *Pesquisa nacional por amostra de domicílios – 2007.* Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 2008. *Síntese de Indicadores Sociais 2008*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____, 2009a. *Perfil dos Municípios Brasileiros – 2009*. Brasília: IBGE.

_____, 2009b. *Sistema de Contas Nacionais*. Brasília: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/ pib/defaultcnt.shtm>. Acesso em: 26 jan. 2010.

_____, 2010. *População - indicadores sociais*. Disponível em: <http://www.ibge.gov/br/home/estatistica/indicadores/pib/pdf/22_ retropolação.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2010.

_____. *Nota metodológica nº 22: revisão da série 1995-1999 (retropolação)*. Disponível em: <http://www.ibge.gov/br/home/ estatistica/indicadores/pib/pdf/22_retropolação.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2010.

_____. SIDRA – SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. *Página de Internet oficial do banco de dados agregados do IBGE*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 mai. 2010.

IDB/SUS - INDICADORES E DADOS BÁSICOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE, 2008. *Indicadores e dados básicos – Brasil-2008*. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2008/matriz.htm>. Acesso em: 19 mai. 2010.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2008. *Sinopse estatística da educação básica 2007*. Brasília: INEP. 18 p.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report.* Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K. & Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2006a. *Radar social 2006 - condições de vida no Brasil*. Brasília: IPEA. 86 p.

_____, 2006b. *Brasil: o estado de uma nação - mercado de trabalho, emprego e informalidade. Brasília*: IPEA. 533 p.

_____. 2007. *Objetivos de desenvolvimento do milênio – relatório nacional de acompanhamento*. Brasília: IPEA. 152 p.

_____, 2009. *Boletim nº 3*0. Brasília: IPEA. 26p.

_____, 2010a. *Objetivos de desenvolvimento do milênio – 4º relatório nacional de acompanhamento*. Brasília: IPEA. 91p.

Parte_1_Cap_4.indd 122 10/23/10 1:37 AM

_____, 2010b. *Texto para discussão nº 1478: determinantes do desenvolvimento na primeira infância no Brasil*. Brasília: IPEA. 35p.

IPEADATA – Sistema de banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 26 mai 2010.

IPEA/PNUD – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA/ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 1996. *Relatório sobre o desenvolvimento humano no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA; Brasília: PNUD.

KOUSKY, V. E.; CHU, P. S., 1978. Fluctuations in annual rainfall for northeast Brazil. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 56(5):457-465.

KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A., 1984. Eventos oscilação sul – El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. *Ciência e Cultura*. 36(11): 1888-1899.

MACHADO, A. B. M., *et al.* (ed.), 2008. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, v.2*. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 1420p.

MALI, T. In: Terra Magazine. *Comparado com os anos 90, Brasil desacelerou progresso no IDH*. Disponível em <http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI4403000-EI6578,00-Comparado+com+anos+Brasil+desacelerou+progresso+no+IDH.html>. Acesso em: 28 abr. 2010.

MARENGO, J. A.; HASTERNRATH, S., 1993. Cases studies climatic events in Amazon Basin. *Journal of Climate*. 6: 617-627.

MARENGO, J. A., 1995. Interannual variability of deep convection over the tropical South American setor as deduced from ISCCP C2 data. *International Journal of Climatology*. 15(9): 995-1010.

MARENGO, J. A. 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. *In*: CGEE. *Parcerias Estratégicas*, n. 27. 361p.

MARTINS, M.; MOLINA, F. B., 2008. Programa geral dos répteis ameaçados do Brasil, p.327-377. *In*: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A.P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

MATSUMOTO, S. K. *et al.*, 1982. The structure and the role of a subsynoptic-scale cold vortex on the heavy precipitation. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 60: 339-354.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-BRASIL*. Brasília. 220p.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J., 1981. On the dynamics of droughts in the northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 38: 2653-2675.

MPEG – MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. *Página de Internet oficial do MPEG*. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br>. Acesso em: 04 ago. 2010.

_____. *Biodiversidade da Amazônia online*. Disponível em <http://www.museu-goeldi.br/biodiversidade/index.asp>. Acesso em: 04 ago. 2010.

MUEHE, D. C. E. H.; NEVES, C. F. 1995. The implications of sea-level rise on the Brazilian coast: a preliminary assessment. *Journal of Coastal Research*. Fort Lauderdale, 14: 54-78.

NAE – NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005. *Mudança de clima: negociações internacionais sobre a mudança de clima: vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima*. Brasília: Cadernos NAE, v. 1.

NEUTZLING, J., 2007. O setor externo da economia brasileira durante e após o Plano Real. *Perspectiva Econômica*, São Leopoldo, 3(1): 96-122.

NEVES, C. F.; MUEHE, D., 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. *In*: CGEE. *Parcerias Estratégicas*. Brasília, 27: 217-296.

NIMER, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE. 421p.

NOBRE, C., 1983. The Amazon and climate. *In: Proceedings of Climate Conference for Latin America and the Caribbean*. Geneva: World Meteorological Organization.

NOBRE, C.; YOUNG, F.; SALDIVA, P.; MARENGO, J. A.; NOBRE, A. D.; ALVES, S. Jr.; COSTA MOREIRA DA SILVA, G., LOMBARDO, M., 2010. *Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo, Sumário Executivo*. São Paulo: CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, USP, IPT, UNESP. 32p.

Parte_1_Cap_4.indd 123 10/23/10 1:37 AM

NOBRE, P., 1994. Variabilidade climática sobre o Atlântico tropical. Parte II: estudo de casos. *In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.

OLIVEIRA, A. S., 1986. *Interações entre sistemas na América do Sul e convecção na Amazônia*. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: INPE.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005. *Air quality guidelines* - Global Update 2005.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2009. *Relatório de desenvolvimento humano 2009*. New York: PNUD. 217p.

_____. *Brasil reduz a desigualdade de renda e sobe no ranking*. Disponível em: < http://www.pnud.org.br/gerapdf.php?id01=2390>. Acesso em 20 mai. 2010.

QUADRO, M. F. L.; ABREU, M. L., 1994. Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. *In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.

REUNI - PROGRAMA DE APOIO A PLANOS DE REESTRUTURAÇÃO E EXPANSÃO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS. Disponível em:<http://reuni.mec.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2010.

RAO, V. B. *et al.*, 1993. Seazonal and interannual variations of rainfall over eastern northeast Brazil. *Journal of Climate*. 6: 1754-1763.

RAO, V. B.; RADA, K., 1990. *Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the sourthern oscillations*. Theoretical and Applied Climatology. 42: 81-91.

REAL, M. V.; TORRACA, N,; RIBEIRO, S. K.; BALASSIANO, R., 2004. Estruturação de um banco de dados para o planejamento energético do setor transportes. *Anais do Congresso II Rio de Transportes*. Rio de Janeiro.

ROMA, J. C., 2007. *Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros*. Brasília: MMA. 18 p.

SILVA DIAS, M. A. F.; HALLAK, R., 1994. Análise de casos de formação de vórtices de ar frio. *In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M.V., 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*. Belo Horizonte, 1(1): 79-86.

SIPOT – SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO, 2009. *Página de Internet oficial da divisão de estudos de inventário e hidrologia da Eletrobrás*. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>. Acesso em: 31 mai. 2010.

SOSMA/INPE – FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008. *Atlas dos remanescentes florestais 2008*. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/estados/mapa_BRASIL_a3_portrait_08_SDEC.pdf>. Aces-so em: 19 abr. 2010.

SOUZA FILHO, P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*. 23(4): 427-435.

SPALDING, M., BLASCO, F., FIELD, C., 1997. *World mangrove atlas*. ISME, Okinawa, 178 pp.

STROHAECKER, T. M., 2008. Dinâmica populacional, p.59-73. *In*: ZAMBONI, A.; NICOLODI, J.L. (org). *Macrodiagnóstico da zona costeira e marinha do Brasil*. Brasília: MMA.

THORNTHWAITE, C. W., 1941. *Atlas of Climatic Types in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service (Miscell Pub. N. 421).

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1997. *The World Atlas of Desertification*. 2ed. London: UNEP. 182p.

VIDIGAL, A. A. F. (Coord.), 2006. *Amazônia azul: o mar que nos pertence*. Rio de Janeiro: Record.

VIRJI, H., 1981. *A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds*. Monthly Weather Review. 109(3): 599-610.

VIVA TERRA – SOCIEDADE DE DEFESA, PESQUISA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. *Caatinga*. Disponível em < http://www.vivaterra.org.br/caatinga.htm>. Acesso em: 06 mai. 2010.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B., 1977. Tropical cloudiness over the South Atlantic ocean. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 55(2): 205-207.

Parte_1_Cap_4.indd 124 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_4.indd 125 10/23/10 1:37 AM

Parte_1_Cap_4.indd 126 10/23/10 1:37 AM

Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal

Parte 2



parte2-cap1e2.indd 127 10/23/10 1:38 AM

parte2-cap1e2.indd 128

PARTE 2

10/23/10 1:38 AM

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 134

1.1 Gases de efeito estufa 134

1.2 Setores inventariados 134

1.2.1 Setor de energia 134

1.2.2 Setor de processos industriais 135

1.2.3 Setor de uso de solventes e outros produtos 136

1.2.4 Setor de agropecuária 136

1.2.5 Setor de mudança do uso da terra e florestas 137

1.2.6 Setor de tratamento de resíduos 137

2 SUMÁRIO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR GÁS 140

2.1 Emissões de dióxido de carbono 140

2.2 Emissões de metano 142

2.3 Emissões de óxido nitroso 144

2.4 Emissões de hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre 146

2.5 Gases de efeito estufa indireto 147

3 EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR SETOR 157

3.1 Energia 157

3.1.1 Características da matriz energética brasileira 157

3.1.2 Emissões por queima de combustíveis 161

parte2-cap1e2.indd 129 10/23/10 1:38 AM

3.1.3 Emissões fugitivas 179
3.2 Processos industriais 185
3.2.1 Produtos minerais 185
3.2.2 Indústria química 187
3.2.3 Indústria metalúrgica 194
3.2.4 Indústria de papel e celulose 198
3.2.5 Alimentos e bebidas 199
3.2.6 Emissões relacionadas à produção de hidrofluorcarbonos 200
3.2.7 Emissões relacionadas ao consumo de hidrofluorcarbonos 201
3.2.8 Emissões relacionadas ao consumo de hexafluoreto de enxofre 203
3.3 Uso de solventes e outros produtos 205
3.3.1 Aplicação em tintas 205
3.3.2 Desengraxe de metais 207
3.3.3 Limpeza a seco 207
3.3.4 Processamento de espumas de poliestireno 208
3.3.5 Indústria de impressão 208
3.3.6 Extração de óleos vegetais comestíveis 208
3.3.7 Uso doméstico 209
3.4 Agropecuária 211
3.4.1 Pecuária 211
3.4.2 Cultivo de arroz 214
3.4.3 Queima de resíduos agrícolas 215
3.4.4 Emissões de N_2O provenientes de solos agrícolas 218
3.5 Mudança do uso da terra e florestas 225
3.5.1 Metodologia 225
3.5.2 Dados 232
3.5.3 Resultados 240

parte2-cap1e2.indd 130 10/23/10 1:38 AM

3.6 Tratamento de resíduos 252
3.6.1 Disposição de resíduos sólidos 252
3.6.2 Incineração de resíduos sólidos 253
3.6.3 Tratamento de esgotos 254
4 INCERTEZA DAS ESTIMATIVAS 260
4.1 Incerteza das estimativas de emissões e remoções de CO_2 260
4.2 Incerteza das estimativas de emissões de CH_4 261
4.3 Incerteza das estimativas de emissões de N_2O 261

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 262

ANEXO: ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA
POR GÁS E SETOR, DE 1990 A 2005 270

parte2-cap1e2.indd 131 10/23/10 1:38 AM

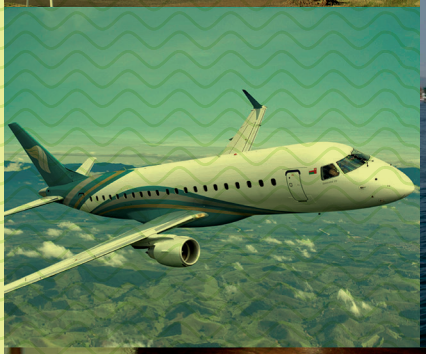


parte2-cap1e2.indd 132 10/23/10 1:38 AM








Pao de Acucar por Pedro Kirilos-Rioturismo









Capítulo 1

Introdução

1 Introdução

Como país signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, doravante referenciada como Convenção, o Brasil tem como uma de suas principais obrigações a elaboração e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal, doravante referenciado como Inventário.

A elaboração do presente Inventário segue as Diretrizes para a Elaboração das Comunicações Nacionais das Partes Não Incluídas no Anexo I da Convenção, estabelecidas na decisão 17/CP.8 da Oitava Conferência das Partes da Convenção, realizada em Delhi, Índia em outubro/novembro de 2002.

Em atenção a essas Diretrizes, o presente Inventário é apresentado para o ano base de 2000. Adicionalmente são também apresentados os valores referentes aos outros anos do período de 1990 a 2005. Em relação aos anos de 1990 a 1994, o presente Inventário atualiza as informações apresentadas no Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal (BRASIL, 2004) - Inventário Inicial.

Como diretriz técnica básica, foram utilizados os documentos elaborados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC: "*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories*" – *Guidelines* 1996, publicado em 1997; "*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*" – *Good Practice Guidance* 2000, publicado em 2000; e "*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*" - *Good Practice Guidance* 2003, publicado em 2003. Algumas das estimativas já levam em conta informações publicadas no documento "*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*" - *Guidelines* 2006; publicado em 2006.

1.1 Gases de Efeito Estufa

O clima na Terra é regulado pelo fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera na forma de luz visível. Parte dessa energia é devolvida pela Terra na forma de radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa são gases presentes na atmosfera terrestre que têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação infravermelha. Muitos deles, como vapor d'água, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e ozônio (O_3), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta, pois sem eles a Terra seria, em média, cerca de 30°C mais fria.

Como consequência das atividades antrópicas na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como CO_2, CH_4 e N_2O, vem aumentando na atmosfera. Além disso, passou a ocorrer a emissão de outros gases de efeito estufa, compostos químicos produzidos somente pelo homem, tais como clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hidrofluorclorocarbonos (HCFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6).

Como determina a Convenção, o Inventário deve incluir apenas as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. Por isso, não se deve incluir os gases CFCs e os HCFCs, que destroem a camada de ozônio e já são controlados pelo Protocolo de Montreal.

Os gases de efeito estufa cujas emissões antrópicas e remoções foram estimadas no presente Inventário são CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs e SF_6. Alguns outros gases, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC), mesmo não sendo gases de efeito estufa direto, possuem influência nas reações químicas que ocorrem na atmosfera. Informações sobre as emissões antrópicas desses gases são também incluídas neste Inventário quando disponíveis.

1.2 Setores Inventariados

Emissões antrópicas de gases de efeito estufa ocorrem em diversos setores de atividade. O presente Inventário está organizado segundo a estrutura sugerida pelo IPCC, cobrindo os seguintes setores: Energia; Processos Industriais; Uso de Solventes e Outros Produtos; Agropecuária; Mudança do Uso da Terra e Florestas; e Tratamento de Resíduos.

Remoções de gases de efeito estufa ocorrem no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas como resultado de atividades de manejo de áreas protegidas, reflorestamento, por abandono de terras manejadas e aumento de estoque de carbono nos solos.

1.2.1 Setor de Energia

São estimadas nesse setor todas as emissões antrópicas devido à produção, à transformação e ao consumo de energia. Inclui tanto as emissões resultantes da queima de combustíveis, quanto as emissões resultantes de fugas na cadeia de produção, transformação, distribuição e consumo.

1.2.1.1 Queima de combustíveis

No setor de Energia estão incluídas as emissões de CO_2 por oxidação do carbono contido nos combustíveis fósseis durante a sua queima, seja para geração de outras formas de

parte2-cap1e2.indd 134 10/23/10 1:38 AM

energia, como eletricidade, seja no consumo final. São contabilizadas também as emissões de outros gases de efeito estufa ocorridas durante o processo de combustão (CH_4, N_2O, CO, NO_x e NMVOC).

No caso dos combustíveis de biomassa (lenha, carvão vegetal, resíduos vegetais, lixívia, álcool e bagaço), as emissões de CO_2 são informadas, porém não contabilizadas no total de emissões do setor energético. Os combustíveis de origem renovável não geram emissões líquidas e as emissões associadas à parcela não renovável são incluídas no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas.

Assim como no caso dos combustíveis de biomassa, as emissões de CO_2 provenientes da queima dos combustíveis fornecidos no país para a navegação marítima e o transporte aéreo internacionais (*bunker fuels*) são informadas, de acordo com a decisão 17/CP.8, porém não contabilizadas no total de emissões do setor energético.

Em função da informação básica disponível, as emissões são apresentadas seguindo a estrutura definida no Balanço Energético Nacional - BEN, semelhante, mas não idêntica, à estrutura sugerida pelo IPCC.

1.2.1.2 Emissões fugitivas

No setor de Energia são também incluídas as emissões de gases de efeito estufa provenientes do processo de mineração de carvão, abrangendo as etapas de produção, estocagem, processamento e transporte de carvão mineral e, também, aquelas que derivam do processo de extração, transporte e processamento de petróleo e gás natural.

As emissões associadas ao carvão mineral incluem a emissão de CH_4 das minas a céu aberto e subterrâneas e a emissão de CO_2 dos depósitos de carvão mineral por combustão espontânea nas pilhas de rejeito.

As emissões associadas ao petróleo e ao gás natural incluem as emissões fugitivas de CH_4 durante a extração de petróleo e gás natural (*venting*), durante o transporte e distribuição em dutos e navios e durante seu processamento nas refinarias. São também consideradas as emissões de CO_2 por combustão não útil (*flaring*) nas plataformas de extração de petróleo e gás natural e nas unidades de refinaria. O uso de óleo e gás natural, ou de seus derivados, para fornecer energia para uso interno na produção de energia e transporte é considerado como combustão e, portanto, tratado na seção de queima de combustíveis.

As emissões de CO_2 por queima no *flare* são incluídas como emissões fugitivas, mesmo sendo formalmente resultado de combustão, por estarem associadas a uma perda e não ao consumo útil do combustível.

1.2.2 Setor de Processos Industriais

São estimadas nesse setor as emissões antrópicas resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis, pois essas últimas são relatadas no setor de Energia.

Foram considerados os subsetores de produtos minerais, química, metalurgia, papel e celulose, alimentos e bebidas, e produção e utilização de HFCs, PFCs e SF_6.

1.2.2.1 Produtos minerais

Neste subsetor são incluídas as emissões que ocorrem pela calcinação de calcário e dolomita, bem como as emissões resultantes da produção e consumo de barrilha.

Na produção de cimento ocorrem emissões de CO_2 pela calcinação de calcário ($CaCO_3$) durante a produção de clínquer. Na produção de cal, o calcário e a dolomita ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) são calcinados, produzindo também CO_2. Na indústria do vidro, na indústria siderúrgica e na produção de magnésio também ocorrem emissões de CO_2 por calcinação de calcário e dolomita.

Na produção de barrilha (Na_2CO_3) podem ocorrer emissões de CO_2, dependendo do processo produtivo. Esse não é o caso do processo sintético utilizado no Brasil. Por outro lado, durante o consumo de barrilha em outras indústrias, como a indústria do vidro, ocorre a emissão de CO_2.

1.2.2.2 Indústria química

Dentre as emissões inventariadas neste subsetor, merecem destaque as emissões de CO_2 resultantes da produção de amônia, as emissões de N_2O e NO_x que ocorrem durante a produção de ácido nítrico, e as emissões de N_2O, CO e NO_x resultantes da produção de ácido adípico.

Durante a produção de outros produtos químicos, pode também ocorrer a emissão de gases de efeito estufa, com destaque para a emissão de NMVOC na indústria petroquímica.

1.2.2.3 Indústria metalúrgica

Este subsetor inclui a indústria siderúrgica e a indústria de ferroligas, onde ocorrem emissões de CO_2 no processo de redução do minério de ferro, e a indústria do alumínio onde ocorrem emissões de PFCs, CO_2, CO e NO_x.

Na indústria siderúrgica e na indústria de ferroligas ocorre a emissão de CO_2 quando o carbono contido no agente redutor combina com o oxigênio dos óxidos metálicos. Os mes-

parte2-cap1e2.indd 135 10/23/10 1:38 AM

mos agentes redutores, como o coque de carvão mineral, são também utilizados como combustível para geração de energia. As emissões atribuídas a ambos os processos são relatadas neste setor, referindo-se às etapas da sinterização/pelotização e alto-forno/aciaria. Outras emissões relativas à siderurgia são relatadas no setor de Energia (produção de coque e de energia elétrica) e no setor de produção mineral (produção de cal, uso de calcário e dolomita). Para o subsetor de ferroligas, não foi possível separar as parcelas utilizadas para cada finalidade sendo a totalidade das emissões relatadas no setor de Energia.

Na indústria de alumínio, ocorrem emissões de CO_2 durante o processo de eletrólise, quando o oxigênio do óxido de alumínio reage com o carbono do anodo. Durante o mesmo processo, se o nível de óxido de alumínio na cuba de produção ficar muito baixo, pode ocorrer um rápido aumento de voltagem (efeito anódico). Nesse caso, o fluoreto contido na solução eletrolítica reage com o carbono do anodo produzindo perfluorcarbonos (CF_4 e C_2F_6), que são gases de efeito estufa de longo tempo de permanência na atmosfera. Dependendo da tecnologia empregada, podem ocorrer também emissões de CO e NO_x.

1.2.2.4 Produção e utilização de HFCs e SF_6

Os gases HFCs foram desenvolvidos nas décadas de 1980 e 1990 como substâncias alternativas a CFCs e HCFCs. O uso desses gases está sendo eliminado por serem substâncias que destroem a camada de ozônio. Os HFCs são gases de efeito estufa que não contêm cloro e, por esse motivo, não afetam a camada de ozônio.

Durante a produção e utilização de HFCs podem ocorrer emissões fugitivas. Também durante o processo produtivo de HCFC-22 pode ocorrer produção secundária de HFC-23 e sua consequente emissão.

O SF_6, outro gás de efeito estufa produzido apenas antropicamente, tem excelentes características para utilização em equipamentos elétricos de alta capacidade e desempenho. O Brasil não é produtor desse gás. Assim sendo, as emissões informadas devem-se apenas a vazamentos nos equipamentos instalados no país.

O SF_6 é utilizado, também, como gás de cobertura durante a produção de magnésio para evitar a sua oxidação.

1.2.2.5 Outras indústrias

O subsetor de Papel e Celulose gera emissões durante o tratamento químico a que é submetida a polpa da madeira no processo fabril. Essas emissões dependem do tipo de matéria prima utilizada e da qualidade do produto a que se quer chegar.

No Brasil utiliza-se principalmente o eucalipto como fonte de celulose, com o predomínio do processo do tipo sulfato, ocorrendo emissões de CO, NO_x e NMVOC, as quais foram estimadas neste Inventário.

No subsetor de Alimentos e Bebidas, ocorrem emissões de NMVOC em muitos processos de transformação a partir de produtos primários, como a produção de açúcar, ração animal e cerveja. As emissões foram estimadas com base nos dados nacionais de produção, adotando-se fatores de emissão *default*. Os processos de extração de óleos vegetais são tratados no setor de Uso de Solventes e Outros Produtos.

1.2.3 Setor de Uso de Solventes e Outros Produtos

O uso de solventes, de um modo geral, favorece a sua evaporação, o que configura emissões de NMVOC. Este Inventário procurou identificar os setores mais expressivos em aplicação de solventes, apesar do alto grau de incerteza dessas estimativas.

Foram analisadas as seguintes atividades: aplicação em tintas, desengraxe de metais, limpeza a seco, processamento de espumas, indústria de impressão, extração de óleos vegetais comestíveis e consumo de solventes no uso doméstico.

1.2.4 Setor de Agropecuária

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas de grande importância no Brasil. Devido à grande extensão de terras agricultáveis e disponíveis para pastagem, o país ocupa também um lugar de destaque no mundo quanto à produção desse setor.

São vários os processos que resultam em emissões de gases de efeito estufa, descritos a seguir.

1.2.4.1 Fermentação entérica

A fermentação entérica que corresponde a uma etapa da digestão dos animais herbívoros ruminantes é uma das maiores fontes de emissão de CH4 no país. A intensidade desse processo depende de diversos fatores, como o tipo de animal, seu alimento, a intensidade de sua atividade física e das diversas práticas de criação. Dentre os diversos tipos de animais, destacam-se as emissões provenientes do rebanho bovino, que é o segundo maior no mundo.

1.2.4.2 Manejo de dejetos de animais

Os sistemas de manejo de dejetos de animais podem causar emissões de CH_4 e N_2O. A decomposição anaeróbia produz CH_4, principalmente quando os dejetos são estocados em forma líquida.

parte2-cap1e2.indd 136 10/23/10 1:38 AM

1.2.4.3 Cultivo de arroz

O arroz, quando cultivado em campos inundados ou em áreas de várzea, é uma importante fonte de emissão de CH_4. Isso ocorre em razão da decomposição anaeróbia de matéria orgânica presente na água. No Brasil, porém, a maior parte do arroz é produzida em áreas não inundadas, reduzindo a importância do subsetor nas emissões totais de CH_4.

1.2.4.4 Queima de resíduos agrícolas

A queima imperfeita de resíduos agrícolas, realizada diretamente no campo, produz emissões de CH_4, N_2O, NO_x, CO e NMVOC. O CO_2 emitido não é considerado como uma emissão líquida, pois, por meio da fotossíntese, a mesma quantidade é necessariamente absorvida durante o crescimento das plantas.

No Brasil, a prática de queima de resíduos agrícolas ocorre principalmente na cultura de cana-de-açúcar.

1.2.4.5 Emissões de N_2O provenientes de solos agrícolas

A emissão de N_2O em solos agrícolas decorre da aplicação de fertilizantes nitrogenados, tanto de origem sintética quanto animal, e da deposição de dejetos de animais em pastagem. Esse último processo não é considerado como aplicação de fertilizante, já que não é intencional, porém, é o mais importante no Brasil devido à predominância da pecuária extensiva.

Os resíduos vegetais deixados no campo são fontes de emissão de N_2O.

Ainda dentro deste setor enquadra-se o cultivo de solos orgânicos, que aumenta a mineralização da matéria orgânica e libera N_2O.

1.2.5 Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas

Neste setor são incluídas as estimativas das emissões e remoções de gases de efeito estufa associadas ao aumento ou diminuição do carbono na biomassa acima ou abaixo do solo pela substituição de um determinado tipo de uso da terra por outro, como, por exemplo, a conversão de uma floresta para agricultura ou pecuária ou a substituição de uma lavoura por reflorestamento.

Por extensão, como recomendado pelo *Good Practice Guidance* 2003, são estimadas as emissões e remoções pelo uso da terra não submetida a uma mudança, por crescimento ou perda de carbono sob um mesmo tipo de uso (por exemplo, crescimento de uma vegetação secundária ou mesmo da vegetação primária em áreas manejadas).

As estimativas devem considerar todos os compartimentos de carbono: biomassa viva acima do solo; biomassa viva abaixo do solo (raízes); galhos finos e folhas mortas (serapilheira fina); galhos grossos mortos (serapilheira grossa); e o carbono de solo.

O gás predominante neste setor é o CO_2, mas também ocorrem emissões de outros gases de efeito estufa como o CH_4 e N_2O pela queima imperfeita de madeira deixada no campo, no caso da conversão de florestas para outros usos.

Também ocorrem emissões de CH_4 em reservatórios (barragens de hidrelétricas, açudes, etc.), mas elas não foram estimadas neste inventário por não existir metodologia acordada pelo IPCC para seu cálculo em função da dificuldade de identificar a parcela antrópica dessas emissões.

1.2.6 Setor de Tratamento de Resíduos

1.2.6.1 Disposição de resíduos sólidos

A disposição de resíduos sólidos propicia condições anaeróbias que geram CH_4. O potencial de emissão de CH_4 aumenta quanto melhor são as condições de controle dos aterros e maior a profundidade dos lixões. Já a incineração de lixo, como toda combustão, gera emissões de vários gases de efeito estufa, mas essa atividade é bastante reduzida no Brasil.

1.2.6.2 Tratamento de esgotos

Efluentes com um alto grau de conteúdo orgânico têm um grande potencial de emissões de CH_4, em especial o esgoto doméstico e comercial, os efluentes da indústria de alimentos e bebidas e os da indústria de papel e celulose. As demais indústrias também contribuem para essas emissões, porém em menor grau.

No caso dos esgotos domésticos, em função do conteúdo de nitrogênio na alimentação humana, ocorrem, ainda, emissões de N_2O.

parte2-cap1e2.indd 137 10/23/10 1:38 AM

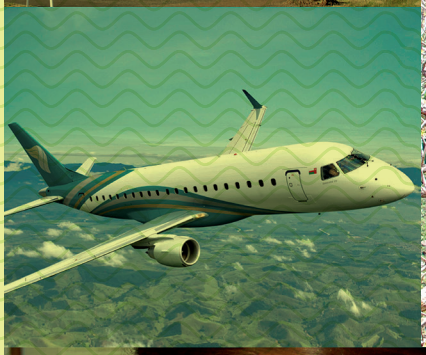


parte2-cap1e2.indd 138 10/23/10 1:38 AM







Capítulo 2

Sumário de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa por Gás









2 Sumário de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa por Gás

No ano de 2005, as emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa foram estimadas em 1.637.905 Gg CO_2; 18.107 Gg CH_4; 546 Gg N_2O; 0,124 Gg CF_4, 0,0104 Gg C_2F_6, 0,0252 Gg SF_6, 2,28 Gg HFC-134a, 0,125 Gg HFC-125, 0,093 Gg HFC-143a e 0,175 Gg HFC-152a. Entre 1990 e 2005, as emissões totais de CO_2, CH_4 e N_2O aumentaram em 65%, 37% e 45%, respectivamente. As emissões de gases de efeito estufa indireto foram também avaliadas. No ano de 2005, essas emissões foram estimadas em 3.399 Gg NO_x; 41.339 Gg CO; e 2.152 Gg NMVOC.

2.1 Emissões de Dióxido de Carbono

As emissões de CO_2 resultam de diversas atividades. Nos países desenvolvidos, a principal fonte de emissão é o uso energético de combustíveis fósseis. Outras fontes de emissão importantes nesses países são os processos industriais de produção de cimento, cal, barrilha, amônia e alumínio, bem como a incineração de lixo.

Diferentemente dos países industrializados, no Brasil a maior parcela das emissões líquidas estimadas de CO_2 é proveniente da mudança do uso da terra, em particular da conversão de florestas para uso agropecuário. Em função da elevada participação de energia renovável na matriz energética brasileira, pela geração de eletricidade a partir de hidrelétricas, pelo uso de álcool no transporte e bagaço de cana-de-açúcar e carvão vegetal na indústria, a parcela das emissões de CO_2 pelo uso de combustíveis fósseis no Brasil é relativamente pequena. Além disso, deve-se observar que o consumo energético brasileiro é ainda modesto, quando comparado aos países industrializados.

A Tabela 2.1 e as Figuras 2.1 e 2.2 sumariam as emissões e remoções de CO_2 no Brasil, por setor.

O setor de Energia engloba as emissões por queima de combustíveis fósseis e emissões fugitivas. As emissões fugitivas incluem a queima de gás nas tochas de plataformas e refinarias, e a combustão espontânea de carvão em depósitos e pilhas de rejeito. As emissões de CO_2 do setor de Energia representaram em 2005 19% das emissões totais de CO_2, tendo aumentado 74% em relação às emissões de 1990. Somente o subsetor de Transportes foi responsável por 43% das emissões de CO_2 do setor de Energia e por 8,1% do total de emissões de CO_2 totais.

As emissões devido a processos industriais representaram 4,0% das emissões totais em 2005, com a produção de ferro-gusa e aço, constituindo a maior parcela (58%). No período de 1990 a 2005, as emissões devido a processos industriais variaram 45%.

O setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas foi responsável pela maior parcela das emissões de CO_2 e pela totalidade das remoções de CO_2, que incluem o manejo de áreas protegidas, a regeneração de áreas abandonadas e a mudança no estoque de carbono nos solos, com as emissões líquidas do setor participando com 77% das emissões líquidas totais de CO_2 em 2005. A conversão de florestas para outros usos, em particular o agrícola, consistiu na quase totalidade das emissões de CO_2 do setor, sendo a pequena parcela restante devido à adição de calcário agrícola aos solos.

O setor de Tratamento de Resíduos contribuiu minimamente para as emissões de CO_2, devido à incineração de resíduos contendo carbono não renovável.

parte2-cap1e2.indd 140 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.1 Emissões e remoções de CO_2

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)[1]				(%)	
Energia	179.948	206.250	289.958	313.695	19,2	74,3
Queima de combustíveis fósseis	172.371	198.222	279.088	299.941	18,3	74,0
Subsetor energético	22.668	25.443	43.595	48.601	3,0	114,4
Subsetor industrial	36.835	42.217	71.115	75.620	4,6	105,3
Indústria siderúrgica	3.862	5.401	13.089	16.467	1,0	326,4
Indústria química	8.681	9.230	14.649	15.446	0,9	77,9
Outras indústrias	24.292	27.586	43.377	43.707	2,7	79,2
Subsetor transporte	79.914	91.820	120.130	133.431	8,1	67,0
Transporte aéreo	3.503	3.763	5.278	5.374	0,3	53,4
Transporte rodoviário	71.339	83.236	110.684	122.765	7,5	72,1
Outros meios de transporte	5.072	4.821	4.169	5.291	0,3	4,3
Subsetor residencial	13.818	15.220	17.044	15.484	0,9	12,1
Subsetor agricultura	10.052	12.527	14.051	14.809	0,9	47,3
Outros setores	9.083	10.995	13.154	11.996	0,7	32,1
Emissões fugitivas	7.578	8.028	10.870	13.754	0,8	81,5
Mineração de carvão	1.353	1.348	1.291	957	0,1	-29,3
Extração e transporte de petróleo e gás natural	6.225	6.680	9.579	12.797	0,8	105,6
Processos Industriais	45.265	48.703	63.220	65.474	4,0	44,6
Produção de cimento	11.062	10.086	16.047	14.349	0,9	29,7
Produção de cal	3.688	4.098	5.008	5.356	0,3	45,2
Produção de amônia	1.683	1.689	1.663	1.922	0,1	14,2
Produção de ferro-gusa e aço	24.756	28.428	35.437	38.283	2,3	54,6
Produção de alumínio	1.574	1.955	2.116	2.472	0,2	57,1
Outras indústrias	2.502	2.446	2.950	3.093	0,2	23,6
Mudança do Uso da Terra e Florestas	766.493	830.910	1.258.345	1.258.626	76,8	64,2
Mudança do uso da terra	761.390	821.919	1.249.627	1.251.152	76,4	64,3
Bioma Amazônia	460.525	521.054	814.106	842.967	51,5	83,0
Bioma Cerrado	233.001	233.001	302.715	275.378	16,8	18,2
Outros biomas	67.863	67.863	132.806	132.806	8,1	95,7
Aplicação de calcário nos solos	5.103	8.991	8.717	7.474	0,5	46,5
Tratamento de Resíduos	24	63	92	110	0,0	349,4
TOTAL	**991.731**	**1.085.925**	**1.611.615**	**1.637.905**	**100**	**65,2**

[1] Gg = mil toneladas.

parte2-cap1e2.indd 141 10/23/10 1:38 AM

Figura 2.1 Emissões de CO_2 por Setor – 1990

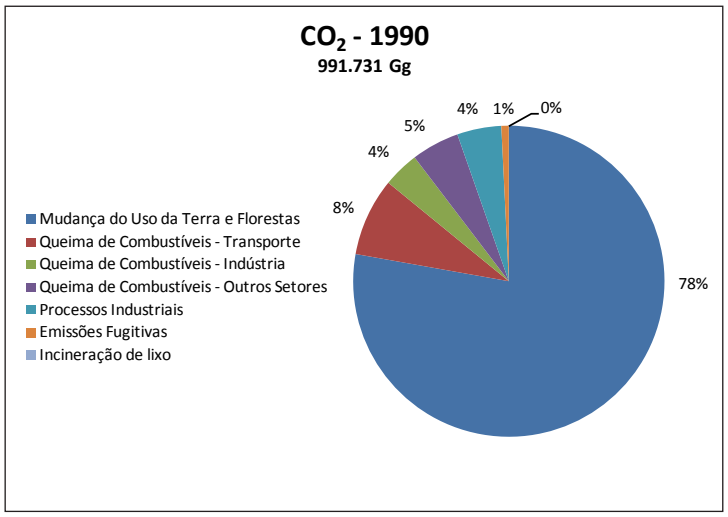


Figura 2.2 Emissões de CO_2 por Setor – 2005

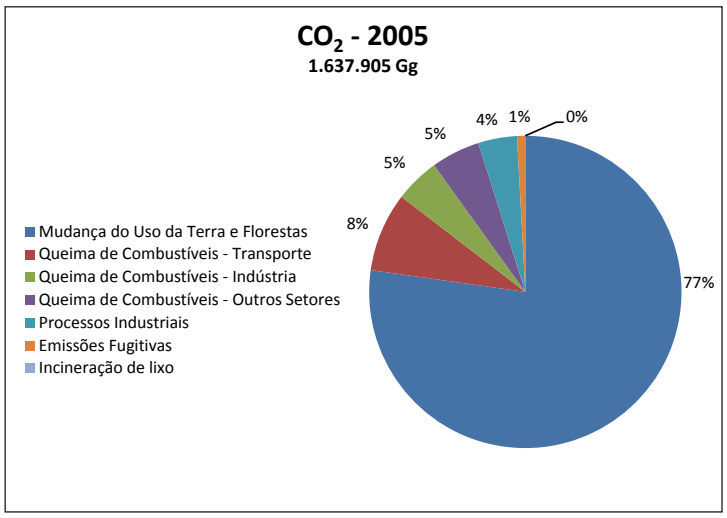
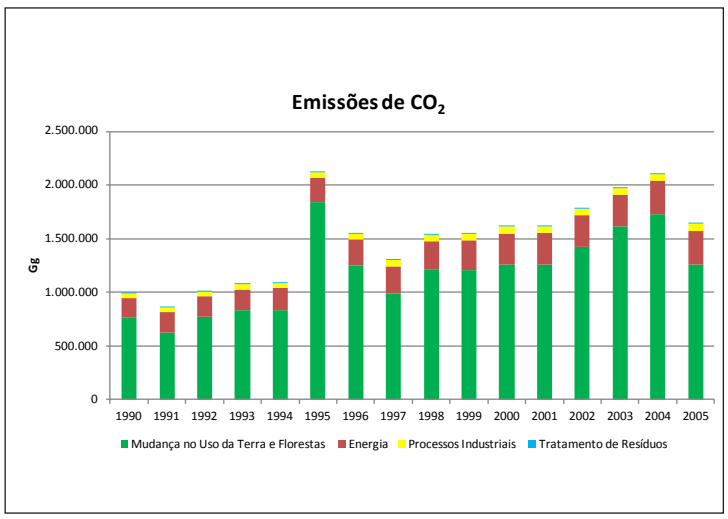


Figura 2.3 Evolução das emissões de CO_2



2.2 Emissões de Metano

Emissões de CH_4 resultam de diversas atividades, incluindo aterros sanitários, tratamento de esgotos, sistemas de produção e processamento de petróleo e gás natural, atividades agrícolas, mineração de carvão, queima de combustíveis fósseis e de biomassa, conversão de florestas para outros usos e alguns processos industriais.

No Brasil, o setor de Agropecuária é o maior responsável pelas emissões de CH_4 (71% em 2005), sendo a principal emissão decorrente da fermentação entérica (eructação) do rebanho de ruminantes, quase toda referente ao gado bovino, o segundo maior rebanho do mundo. Em 2005 as emissões de CH_4 associadas à fermentação entérica foram estimadas em 11.487 Gg, 90% do total de emissões de CH_4 do setor de Agropecuária. O manejo de dejetos de animais, a cultura do arroz irrigado e a queima de resíduos agrícolas corresponderam às emissões restantes. O aumento da liberação de CH_4 ocorreu devido, predominantemente, ao aumento do rebanho de gado de corte nos últimos anos.

No setor de Energia, as emissões de CH_4 ocorrem devido à queima imperfeita de combustíveis e também devido à fuga de CH_4 durante os processos de produção e transporte de gás natural e mineração de carvão. As emissões de CH_4 do setor de Energia representaram, em 2005, 3,0% das emissões totais de CH_4, tendo aumentado 27% em relação às emissões de 1990.

No setor de Processos Industriais, as emissões de CH_4 ocorrem durante a produção de petroquímicos, mas têm pequena participação nas emissões brasileiras.

As emissões do setor de Tratamento de Resíduos representaram 9,6% do total das emissões de CH_4 em 2005, sendo a disposição de resíduos sólidos responsável por 63% desse valor. No período 1990 a 2005, as emissões de CH_4 do setor de Tratamento de Resíduos aumentaram 42%.

No setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas as emissões de CH_4 ocorrem pela queima da biomassa nas áreas de desflorestamento. Essas emissões representaram 17% do total de emissões de CH_4 em 2005.

parte2-cap1e2.indd 142 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.2 Emissões de CH_4

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Energia	427	382	388	541	3,0	26,7
Queima de combustíveis	336	296	267	344	1,9	2,4
Subsetor energético	169	148	125	165	0,9	-2,6
Subsetor industrial	58	55	54	72	0,4	24,8
Indústria siderúrgica	40	37	35	46	0,3	14,1
Outras indústrias	18	19	19	27	0,1	48,3
Subsetor transporte	11	12	11	10	0,1	-2,9
Subsetor residencial	76	64	62	77	0,4	1,9
Outros setores	22	17	15	19	0,1	-13,5
Emissões fugitivas	91	87	122	197	1,1	115,6
Mineração de carvão	50	42	43	49	0,3	-1,0
Extração e transp. de petróleo e gás natural	42	44	78	148	0,8	254,5
Processos Industriais (indústria química)	5	7	9	9	0,1	79,2
Agropecuária	9.539	10.237	10.772	12.768	70,5	33,9
Fermentação entérica	8.419	8.995	9.599	11.487	63,4	36,4
Gado bovino	8.004	8.579	9.256	11.129	61,5	39,0
Gado de leite	1.198	1.263	1.178	1.371	7,6	14,5
Gado de corte	6.807	7.316	8.078	9.757	53,9	43,4
Outros animais	415	416	344	358	2,0	-13,7
Manejo de dejetos de animais	635	675	678	723	4,0	13,8
Gado bovino	191	205	216	254	1,4	32,8
Gado de leite	36	38	34	40	0,2	10,6
Gado de corte	155	167	182	214	1,2	38,0
Suínos	373	387	365	358	2,0	-4,1
Aves	48	61	78	92	0,5	89,0
Outros animais	22	23	19	20	0,1	-12,2
Cultura de arroz	363	436	393	426	2,4	17,2
Queima de resíduos agrícolas	121	131	101	133	0,7	9,7
Mudança do Uso da Terra e Florestas	1.996	2.238	3.026	3.045	16,8	52,5
Tratamento de Resíduos	1.227	1.369	1.658	1.743	9,6	42,0
Lixo	792	897	1.060	1.104	6,1	39,5
Esgoto	436	472	598	639	3,5	46,7
Industrial	95	103	190	206	1,1	116,8
Doméstico	341	369	408	433	2,4	27,2
TOTAL	**13.195**	**14.223**	**15.852**	**18.107**	**100**	**37,2**

parte2-cap1e2.indd 143 10/23/10 1:38 AM

Figura 2.4 Emissões de CH_4 por Setor – 1990

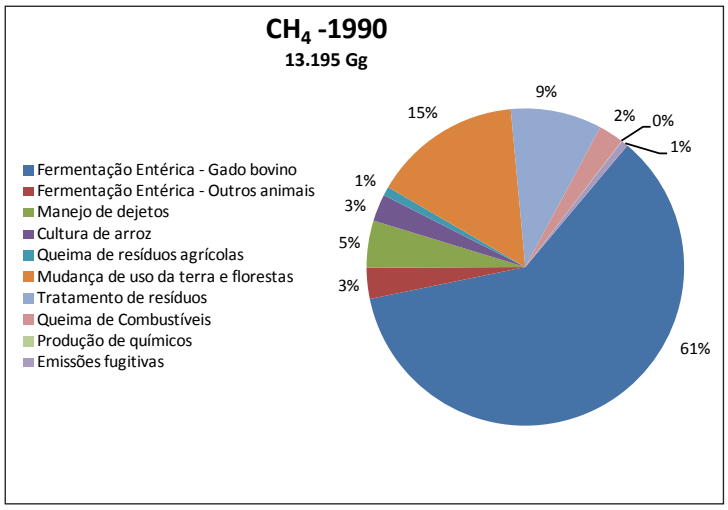


Figura 2.5 Emissões de CH_4 por Setor - 2005

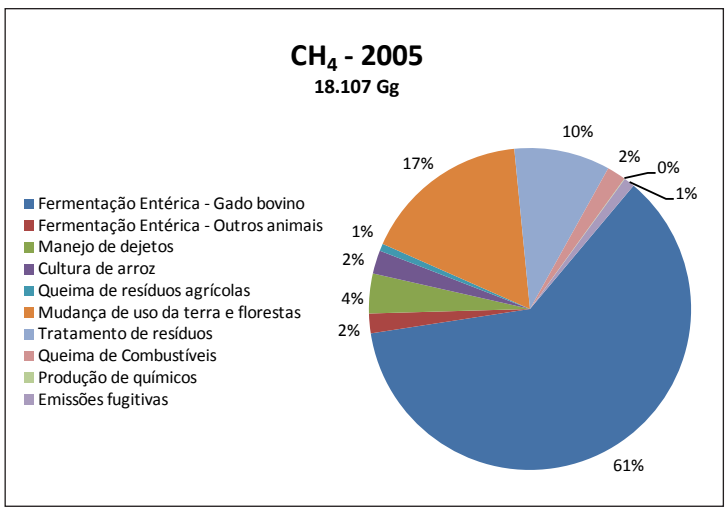
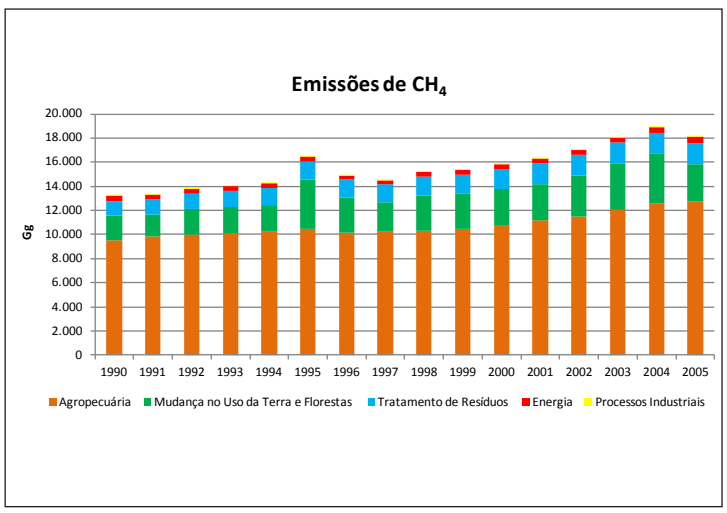


Figura 2.6 Evolução das emissões de CH_4



2.3 Emissões de Óxido Nitroso

Emissões de N_2O resultam de diversas atividades, incluindo práticas agrícolas, processos industriais, queima de combustíveis fósseis e de biomassa e conversão de florestas para outros usos.

No Brasil, as emissões de N_2O, ocorrem, predominantemente, no setor de Agropecuária (87% em 2005), seja por deposição de dejetos de animais em pastagem, seja, em menor escala, pela aplicação de fertilizantes em solos agrícolas. As emissões de N_2O no setor cresceram 43% entre 1990 e 2005.

As emissões de N_2O no setor de Energia representaram apenas 2,2% das emissões totais de N_2O em 2005, sendo basicamente devidas à queima imperfeita de combustíveis.

No setor de Processos Industriais, as emissões de N_2O ocorrem durante a produção de ácido nítrico e ácido adípico e representaram 4,2% das emissões totais de N_2O em 2005.

No setor de Tratamento de Resíduos, as emissões de N_2O ocorrem basicamente devido à presença de nitrogênio na proteína de consumo humano e que acaba sendo lançado no solo ou em corpos d'água e sua contribuição para as emissões totais de N_2O foi de 2,6% em 2005. Uma pequena fração é proveniente da incineração de resíduos.

No setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas as emissões de N_2O ocorrem pela queima da biomassa nas áreas de desflorestamento. Essas emissões representaram 3,8% do total de emissões de N_2O em 2005.

parte2-cap1e2.indd 144 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.3 Emissões de N_2O

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Energia	8	9	10	12	2,2	42,9
Queima de Combustíveis	8	9	9	12	2,2	41,5
Subsetor industrial	4	4	4	5	1,0	51,5
Subsetor transportes	2	2	2	3	0,5	73,6
Outros subsetores	3	3	3	4	0,6	13,0
Emissões Fugitivas	0	0	0	0	0,0	217,6
Processos Industriais (Indústria Química)	11	16	20	23	4,2	113,6
Produção de ácido nítrico	2	2	2	2	0,4	23,9
Produção de ácido adípico	9	14	18	20	3,7	135,2
Outras produções	0	0	0	0	0,1	18,1
Agropecuária	334	369	393	476	87,2	42,7
Manejo de dejetos de animais	10	11	11	13	2,3	27,8
Gado bovino	3	3	3	3	0,6	13,7
Suínos	2	2	2	2	0,4	-10,8
Aves	4	5	6	7	1,3	61,5
Outros animais	0	0	0	0	0,0	-18,0
Solos agrícolas	318	351	376	457	83,7	43,8
Emissões diretas	213	235	251	306	56,0	43,7
Animais em pastagem	166	176	181	217	39,8	31,0
Fertilizantes sintéticos	11	17	24	31	5,7	182,5
Dejetos de animais	13	14	14	16	2,9	18,3
Resíduos agrícolas	15	19	22	29	5,3	89,6
Solos orgânicos	8	9	11	13	2,4	70,3
Emissões indiretas	105	116	125	151	27,7	44,1
Queima de resíduos agrícolas	6	6	5	7	1,2	8,2
Mudança do Uso da Terra e Florestas	14	15	21	21	3,8	52,5
Tratamento de Resíduos	9	11	12	14	2,6	54,5
TOTAL	**376**	**421**	**455**	**546**	**100**	**45,3**

Figura 2.7 Emissões de N_2O por Setor – 1990

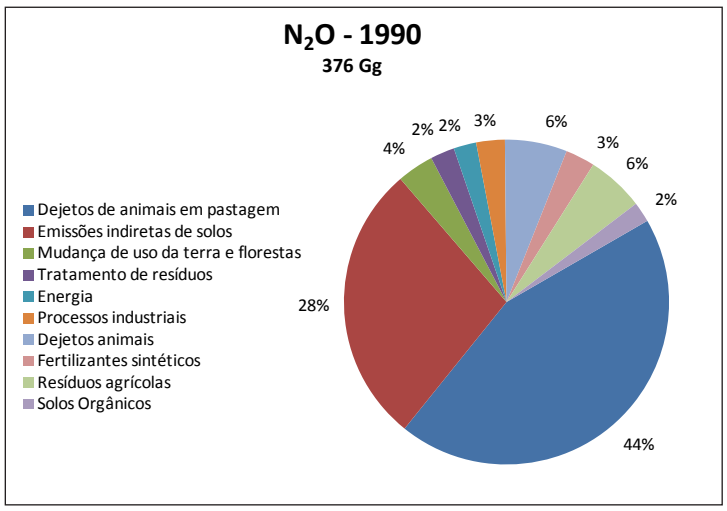
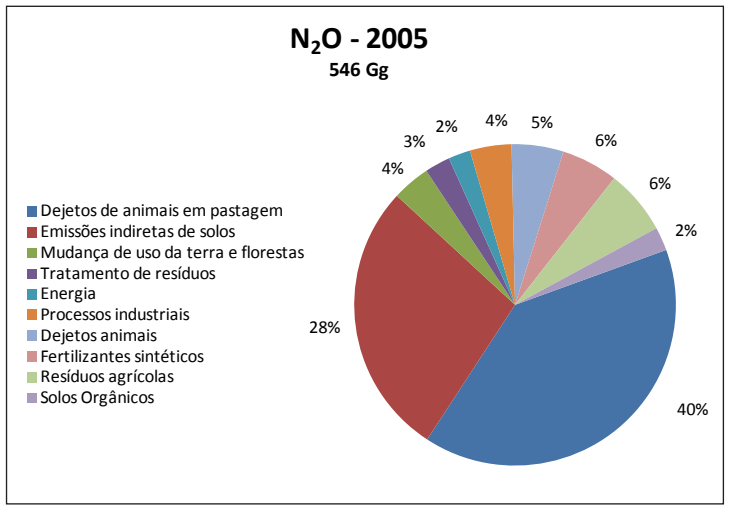
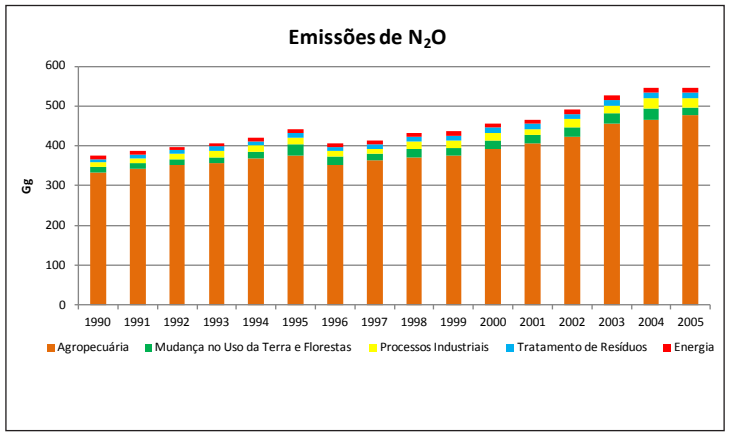


Figura 2.8 Emissões de N_2O por Setor – 2005



parte2-cap1e2.indd 145 10/23/10 1:38 AM

Figura 2.9 Evolução das emissões de N_2O



2.4 Emissões de Hidrofluorcarbonos, Perfluorcarbonos e Hexafluoreto de Enxofre

Os gases HFCs, PFCs e SF_6 não existem originalmente na natureza, sendo sintetizados unicamente por atividades humanas.

O Brasil não produz HFCs, tendo sido registrada a importação de 4,5 mil t HFC-134a em 2005 para utilização no subsetor de ar-condicionado e refrigeração. As emissões de HFC-134a foram estimadas pela metodologia *Tier 2b*, também chamada *Top-down*, que considera as vendas do gás e sua utilização nos diversos produtos identificados como sendo feitos no Brasil: refrigeração doméstica; bebedouros; refrigeração comercial; transporte refrigerado – caminhões frigoríficos; ar-condicionado e refrigeração industrial; ar-condicionado veicular.

Em 2005 foram também observadas importações de HFC-125, HFC-143a e HFC-152a de 125 t, 93 t e 175 t, respectivamente, em parte ligadas ao uso em extintores de incêndio especiais. Não foi observado o uso em outras aplicações possíveis, como fabricação de espumas e solventes. Além disso, como subproduto da produção de HCFC-22, ocorre a emissão de HFC-23, estimada em 97,2 t em 1999, último ano da produção de HCFC-22 no Brasil, de acordo com a Revisão do Programa Brasileiro de Eliminação das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio - Prozon 1999.

As emissões de PFCs (CF_4 e C_2F_6) ocorrem durante o processo produtivo de alumínio e resultam do efeito anódico que ocorre quando a quantidade de óxido de alumínio diminui nas cubas do processo. As emissões de PFCs foram estimadas em 124 t CF_4 e 10,4 t C_2F_6 em 2005, apontando redução de cerca de 60,7% em relação a 1990.

O SF_6 é utilizado como isolante em equipamentos elétricos de grande porte. Emissões desse gás ocorrem devido a perdas nos equipamentos, principalmente quando de sua manutenção ou descarte. Adicionalmente, esse gás é também utilizado no processo de produção do magnésio, para evitar a oxidação do metal em sua fase líquida. As emissões de SF_6 foram estimadas em 25,2 toneladas em 2005. Na Tabela 2.4 são sumarizadas as emissões de HFCs, PFCs e SF_6.

Tabela 2.4 Emissões de HFCs, PFCs e SF_6

Gás		1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)
HFC-23	Produção de HCFC-22	0,120	0,157	-	-	-100,0
HFC-125	Emissões potenciais pelo uso	-	-	0,007	0,125	NA
HFC-134a	Emissões reais pelo uso	0,0004	0,068	0,471	2,282	527.498
HFC-143a	Emissões potenciais pelo uso	-	-	0,007	0,093	NA
HFC-152a	Emissões potenciais pelo uso	-	-	0,0001	0,175	NA
CF_4	Produção de alumínio	0,302	0,323	0,147	0,124	-59
C_2F_6	Produção de alumínio	0,026	0,028	0,012	0,010	-61
SF_6	Equipamentos elétricos	0,004	0,004	0,005	0,006	47
	Produção de magnésio	0,006	0,010	0,010	0,019	231
	Total SF_6	**0,010**	**0,014**	**0,015**	**0,025**	**153**

parte2-cap1e2.indd 146 10/23/10 1:38 AM

2.5 Gases de Efeito Estufa Indireto

Diversos gases possuem influência nas reações químicas que ocorrem na troposfera e dessa forma exercem um papel indireto no aumento do efeito radiativo. Esses gases incluem CO, NO_x e NMVOC. As emissões desses gases são, em sua maioria, resultado de atividades humanas.

As emissões de CO e NO_x são, em sua quase totalidade, resultado da queima imperfeita, seja de combustíveis no setor de Energia, seja de resíduos no setor de Agropecuária ou biomassa em áreas de desflorestamento no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas. Pequena parcela das emissões de CO resulta de processos produtivos, basicamente da produção de alumínio; em relação ao NO_x, as emissões restantes também ocorrem no setor de Processos Industriais, resultado da produção de ácido nítrico e alumínio. As emissões de CO aumentaram 17% entre 1990 e 2005 e as emissões de NO_x cresceram 36% no mesmo período.

As emissões de NMVOC são também, em sua maioria, resultado da queima imperfeita de combustíveis (45% em 2005), mas uma parcela significativa é resultado da produção e uso de solventes (28% em 2005) ou proveniente da indústria de alimentos e bebidas (24% em 2005).

A Tabela 2.5, a Tabela 2.6 e a Tabela 2.7 apresentam as emissões de CO, NO_x e NMVOC, respectivamente.

Tabela 2.5 Emissões de CO

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Energia	14.919	14.438	11.415	11.282	27,3	-24,2
Subsetor energético	1.583	1.492	1.232	1.670	4,0	5,5
Subsetor industrial	1.573	1.645	1.677	2.307	5,6	46,7
Siderurgia	842	789	756	972	2,4	15,5
Alimentos e bebidas	366	550	627	1.014	2,5	177,0
Outras indústrias	366	306	293	321	0,8	-12,2
Subsetor transportes	7.886	8.069	5.402	3.407	8,2	-56,8
Transporte rodoviário	7.783	7.967	5.303	3.302	8,0	-57,6
Outros transportes	103	102	100	105	0,3	1,7
Subsetor residencial	3.522	2.976	2.874	3.602	8,7	2,3
Outros subetores	355	257	229	295	0,7	-16,9
Processos Industriais	365	510	542	626	1,5	71,3
Produção de alumínio	345	480	504	572	1,4	65,9
Outras produções	20	29	37	53	0,1	161,5
Agropecuária (queima de resíduos)	2.543	2.741	2.131	2.791	6,8	9,7
Algodão	88	11	-	-	-	-100,0
Cana-de-açúcar	2.455	2.730	2.131	2.791	6,8	13,7
Mudança do Uso daTerra e Florestas	17.468	19.584	26.476	26.641	64,4	52,5
TOTAL	**35.296**	**37.273**	**40.563**	**41.339**	**100**	**17,1**

parte2-cap1e2.indd 147 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.6 Emissões de NO_x

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Energia	1.781	1.996	2.334	2.388	70,2	34,1
Subsetor energético	222	259	406	457	13,4	105,9
Subsetor industrial	320	366	486	542	16,0	69,5
Siderurgia	98	116	133	149	4,4	52,4
Outras indústrias	222	250	354	394	11,6	77,0
Subsetor transportes	1.173	1.311	1.381	1.322	38,9	12,6
Transporte rodoviário	1.066	1.206	1.283	1.203	35,4	12,9
Outros transportes	108	105	98	119	3,5	10,1
Subsetor residencial	53	48	48	55	1,6	3,4
Outros subsetores	12	13	12	12	0,3	-3,1
Processos Industriais	8	11	14	18	0,5	127,5
Agropecuária (queima de resíduos)	219	233	181	237	7,0	8,2
Algodão	10	1	-	-	0,0	-100,0
Cana-de-açúcar	208	232	181	237	7,0	13,7
Mudança do Uso da Terra e Florestas	496	556	752	757	22,3	52,5
TOTAL	**2.504**	**2.797**	**3.280**	**3.399**	**100**	**35,8**

Tabela 2.7 Emissões de NMVOC

Setor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Energia	1.022	974	860	958	44,5	-6,2
Subsetor energético	337	293	248	327	15,2	-3,0
Subsetor industrial	51	55	57	75	3,5	45,9
Siderurgia	24	23	22	27	1,3	16,7
Alimentos e bebidas	14	19	22	33	1,5	135,6
Outras indústrias	14	13	13	15	0,7	5,3
Subsetor transportes	371	403	342	288	13,4	-22,4
Transporte rodoviário	354	387	326	270	12,5	-23,9
Outros transportes	16	16	15	18	0,9	11,5
Subsetor residencial	204	173	168	210	9,8	3,2
Outros subsetores	59	50	45	58	2,7	-0,7
Processos Industriais	322	382	474	599	27,8	85,8
Indústria química	27	31	43	49	2,3	84,8
Papel e celulose	13	19	25	35	1,6	161,5
Produção de alimentos	112	176	223	331	15,4	195,4
Produção de bebidas	170	157	183	184	8,5	7,8
Uso de Solventes e de Outros Produtos	350	435	473	595	27,7	70,2
Apilcação de tintas	227	300	331	439	20,4	93,2
Outros usos	122	135	142	156	7,3	27,7
TOTAL	**1.693**	**1.791**	**1.807**	**2.152**	**100**	**27,1**

parte2-cap1e2.indd 148 10/23/10 1:38 AM

Box 1 - Apenas para informação

Emissões de Gases de Efeito Estufa em CO_2e

A opção de agregar as emissões relatadas em unidades de dióxido de carbono equivalente com o uso do Potencial de Aquecimento Global – GWP em um horizonte de tempo de 100 anos não foi adotada pelo Brasil no seu Inventário Inicial. O GWP baseia-se na relativa importância dos gases de efeito estufa, em relação ao dióxido de carbono, na produção de uma quantidade de energia (por área unitária) vários anos após um impulso de emissão. Essa variável não representa de forma adequada a contribuição relativa dos diferentes gases de efeito estufa à mudança do clima. Seja medida em termos de aumento na temperatura média da superfície terrestre, aumento do nível do mar ou em qualquer estatística de elementos meteorológicos relacionados aos danos, a mudança do clima não é proporcional à energia, à exceção de períodos de tempo muito curtos. O uso do GWP, então, propiciaria políticas de mitigação inadequadas. Além disso, o seu uso enfatizaria sobremaneira, e de modo errôneo, a importância de gases de efeito estufa de curto tempo de permanência na atmosfera, especialmente a do metano.

Esses fatos foram inicialmente abordados na "Proposta Brasileira para o Protocolo de Quioto" em 1997. Os aspectos científicos estão em constante evolução. Eles podem, no entanto, ser levados em conta, considerando-se de forma convencional o conhecimento contido no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (AR4), com base no fato de que tal conhecimento foi adequadamente revisto pela comunidade científica e por governos. As estimativas, se necessário, podem ser revisadas quando uma nova avaliação do IPCC for disponibilizada. O AR4 já examina métricas alternativas ao GWP e o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) deverá aprofundar essa análise. Entre as métricas apresentadas no AR4 está o *Global Temperature Potential* - GTP, descrito por SHINE *et al.* (2005), ZHANG *et al.* (2010) e ZHANG *et al.* (submetido à publicação). Apesar de uma incerteza maior em seu cálculo pela necessidade de utilizar a sensibilidade do sistema climático, o GTP é uma métrica mais adequada para medir os efeitos dos diferentes gases na mudança do clima, e o seu uso propiciaria políticas de mitigação mais apropriadas.

Neste Inventário, optou-se por continuar relatando as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal apenas em unidades de massa de cada gás de efeito estufa. Contudo, de modo a tornar evidente a sobreestimação da participação do metano devido ao uso do GWP, optou-se por apresentar, apenas para fins de informação, os resultados do Inventário utilizando diferentes métricas de conversão em CO_2 equivalente. Portanto, a partir desse contexto, a utilização do GWP-100 anos e do GTP-100 anos justifica-se por duas razões principais:

1. Apesar de a apresentação das emissões dos diferentes gases em unidade de massa ser suficiente para assegurar a transparência da informação, a prática de apresentar um número total único em CO_2e é costumeira, apesar de enganosa;

2. A apresentação dos resultados, utilizando as duas métricas, explicita a diferença do resultado e demonstra como a utilização do GWP-100 anos vem erroneamente direcionando as prioridades de mitigação. Há uma supervalorização da redução das emissões de metano e de alguns gases industriais de curto tempo de permanência na atmosfera, retirando o foco da necessidade de redução das emissões de CO_2 de origem fóssil e de controle de alguns gases industriais de longo tempo de permanência na atmosfera.

parte2-cap1e2.indd 149 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.8 Fatores GTP-100 e GWP-100

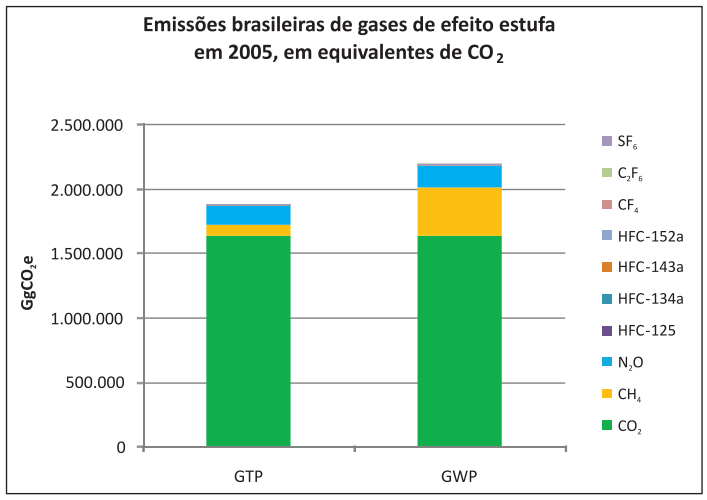
Gás	GTP-100[1]	GWP-100[2]
CO_2	1	1
CH_4	5	21
N_2O	270	310
HFC-125	1.113	2.800
HFC-134a	55	1.300
HFC-143a	4.288	3.800
HFC-152a	0,1	140
CF_4	10.052	6.500
C_2F_6	22.468	9.200
SF_6	40.935	23.900

Fontes:

[1] GTP-100 de CH_4 e N_2O – SHINE *et al*. (2005); de HFCs - ZHANG *et al*. (2010) e de PFCs e SF_6 – ZHANG *et al.* (submetido à publicação);

[2] GWP-100 – de acordo com a Decisão 17/CP.8.

Figura 2.10 Diferenças entre duas métricas possíveis para cálculo da equivalência em CO_2e para as emissões brasileiras de gases de efeito estufa em 2005

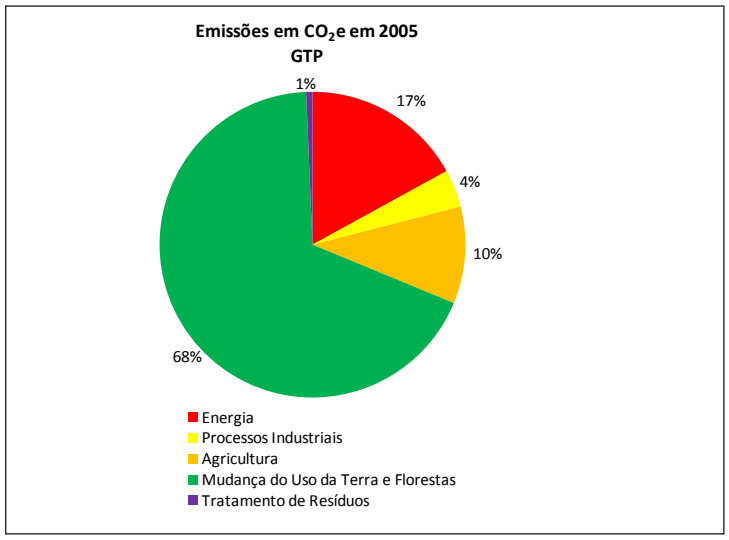


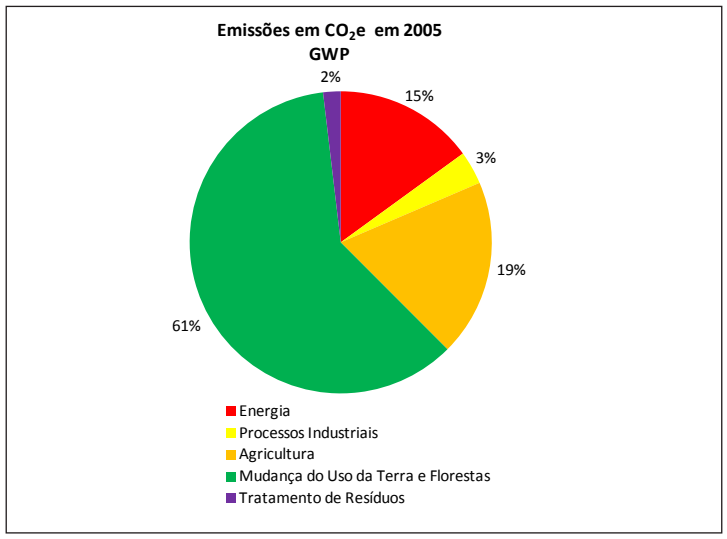
parte2-cap1e2.indd 150 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.9 Emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa em CO_2e convertidas por meio das métricas GTP e GWP – em 2005 e por setor

Setor	GTP		GWP	
	2005	Participação 2005	2005	Participação 2005
	(Gg CO_2e)	(%)	(Gg CO_2e)	(%)
Energia	319.667	17,0	328.808	15,0
Processos Industriais	74.854	4,0	77.939	3,6
Agricultura	192.411	10,2	415.754	18,9
Mudança do Uso da Terra e Florestas	1.279.501	68,1	1.329.053	60,6
Tratamento de Resíduos	12.596	0,7	41.048	1,9
TOTAL	**1.879.029**	**100**	**2.194.601**	**100**

Figura 2.11 – Emissões em CO_2e por diferentes métricas e por setor em 2005



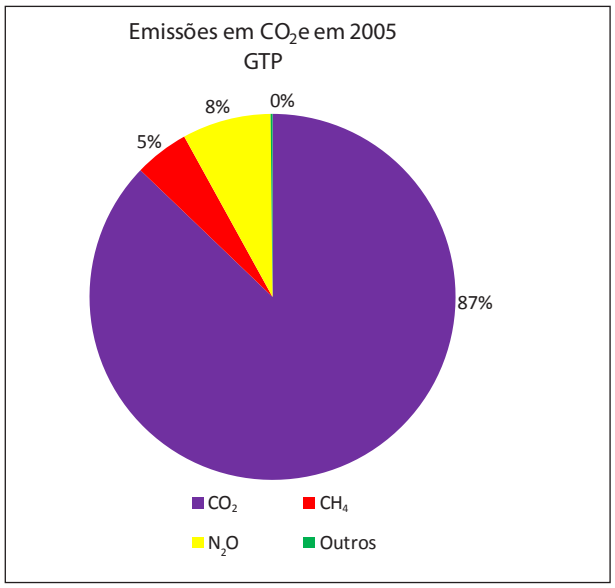


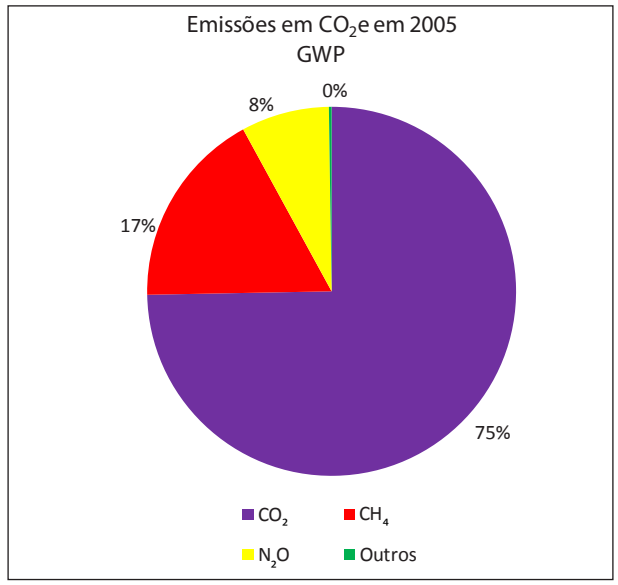
parte2-cap1e2.indd 151 10/23/10 1:38 AM

Tabela 2.10 Emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa em CO_2e convertidas por meio das métricas GTP e GWP, em 2005 e por gás

Gás	GTP		GWP	
	2005	Participação 2005	2005	Participação 2005
	($Gg\ CO_2e$)	%	($Gg\ CO_2e$)	%
CO_2	1.637.905	87,2	1.637.905	74,7
CH_4	90.534	4,8	380.241	17,3
N_2O	147.419	7,8	169.259	7,7
HFC-125	139	0,0	350	0,0
HFC-134a	126	0,0	2.966	0,1
HFC-143a	398	0,0	353	0,0
HFC-152a	0,0175	0,0	24	0,0
CF_4	1.245	0,1	805	0,0
C_2F_6	233	0,0	95	0,0
SF_6	1.031	0,1	602	0,0
Total	**1.879.029**	**100**	**2.192.601**	**100**

Figura 2.12 Emissões em CO_2e por diferentes métricas e por gás em 2005





parte2-cap1e2.indd 152 10/23/10 1:38 AM

parte2-cap1e2.indd 153 10/23/10 1:38 AM

parte2-cap1e2.indd 154 10/23/10 1:38 AM



















Capítulo 3

Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa por Setor

- Energia
- Processos Industriais
- Uso de Solventes e Outros Produtos
- Agropecuária
- Mudança do Uso da Terra e Florestas
- Tratamento de Resíduos

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 155 10/23/10 1:38 AM





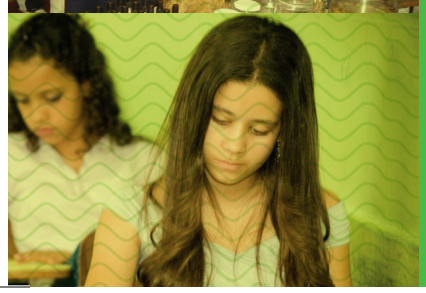






Caio Coronel - Itaipu Binacional





Energia

3 Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa por Setor

3.1 Energia

3.1.1 Características da Matriz Energética Brasileira

A matriz energética brasileira caracteriza-se pela grande participação das fontes renováveis, o que se deve, em parte, ao seu estado atual de desenvolvimento e à carência, até a década de 1970, de recursos energéticos fósseis. A forte dependência do petróleo importado tornou o país vulnerável a choques de petróleo. Isto, aliado à disponibilidade de terras, propiciou alguns usos comerciais da biomassa, principalmente álcool no transporte rodoviário e carvão vegetal na siderurgia, fazendo com que o Brasil se destacasse na busca por alternativas às fontes de combustíveis fósseis.

Para compreender a política brasileira em relação às energias fósseis, o comportamento da demanda de combustíveis e as emissões de gases de efeito estufa é preciso considerar a variação dos preços do petróleo, em termos reais e ao longo dos anos. Os dois primeiros choques de petróleo ocorreram em 1973 e em 1979, tendo este último acarretado impactos graves para a economia brasileira que, na época, era fortemente dependente da exportação de *commodities* em geral e da importação de petróleo. Na primeira metade da década de 2000, ocorreu um terceiro choque, caracterizado por uma mudança estrutural de preços. Os choques de 1979 e do início de 2000 tiveram o efeito de reduzir a demanda de petróleo e aumentar a de biomassa. No terceiro choque, a redução na demanda de petróleo foi intensificada pela entrada do gás natural da Bolívia no mercado.

O segundo choque de petróleo marca o início de um período de recessão. Na década de 1990, houve um baixo crescimento da economia, tendo, inclusive, apresentado diminuição do PIB por habitante nos dois primeiros anos. A partir de 2004, o crescimento do PIB per capita passa a ser superior ao crescimento da população. Entre 1990 e 2005, registra-se um crescimento do PIB/hab de 1,1% ao ano.

A ausência de reservas consideráveis de energia fóssil no Brasil pode ser compreendida a partir da Tabela 3.1 onde a oferta interna bruta[45], tomada como aproximação da demanda, é apresentada. A importação líquida[46] de energia fóssil dividida pela demanda é uma medida da dependência externa e mostra que o Brasil passou de uma dependência de cerca de 70% para menos de 20% em três décadas (1970 a 2005).

Em 2005, as fontes primárias de origem fóssil representaram 55% da oferta interna bruta de energia. Dessas fontes, o petróleo e seus derivados foram responsáveis pela maior contribuição, seguidos pelo gás natural, cuja participação aumenta de 3,1% em 1990 para 9,6% em 2005. O carvão metalúrgico é quase todo importado e tem sua maior parte destinada ao setor siderúrgico. O carvão vapor brasileiro possui baixo poder calorífico e alto teor de cinzas, o que limita, por questões econômicas, sua utilização nas áreas próximas aos locais de extração. É utilizado predominantemente na geração termelétrica.

45 A oferta interna bruta é tomada como aproximação da demanda e equivale à produção de combustíveis fósseis somada com a importação e subtraída das variações de estoque, exportações, energia não-aproveitada e reinjeção. A oferta interna bruta é um bom indicador para avaliar a demanda energética no nível dos combustíveis primários, posto que os estoques particulares são pequenos frente à demanda total.

46 Importação menos exportação de combustíveis fósseis.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 157 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.1 Oferta interna bruta de energia, por fonte

Fonte	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(10³ tep[a])				(%)	
Energia - origem fóssil	71.640	83.123	110.556	117.476	55	64
Petróleo e derivados	57.749	66.692	86.743	83.229	38,9	44,1
Gás natural	4.337	5.128	10.256	20.526	9,6	373,3
Carvão mineral e derivados	9.555	11.304	13.557	13.721	6,4	43,6
Energia - origem não fóssil	68.019	71.539	76.234	96.265	45	41,5
Urânio - U_3O_3	598	43	1.806	2.549	1,2	326,4
Hidráulica[b]	17.770	20.864	26.168	29.021	13,6	63,3
Lenha	28.537	24.858	23.058	28.420	13,3	-0,4
Produtos da cana-de-açúcar	18.988	22.773	20.761	29.907	14	57,5
Carvão vegetal	-	-3	2	49	0	-
Outras primárias	2.126	3.004	4.439	6.320	3	197,2
Oferta Interna Bruta	**139.659**	**154.662**	**186.789**	**213.742**	**100**	**53**

[a] tep (1 tonelada equivalente de petróleo ≅ 41,868 x 10^3TJ, com base no poder calorífico inferior médio do petróleo consumido no Brasil) [47].
[b] Fator de conversão de energia hidráulica e eletricidade para tep: 1 MWh = 0,086 tep[48].
Fonte: BRASIL, 2008.

47 As edições do BEN até o ano de 2001 consideravam o poder calorífico superior (PCS). As edições mais recentes são apresentadas com base no poder calorífico inferior (PCI) e corrigem toda a série histórica, evitando a necessidade de conversão do "tep antigo" (equivalente a 10.800 Mcal) para o "tep novo" (10.000 Mcal). Adota-se nos cálculos o poder calorífico inferior (PCI) de cada combustível, conservando o tratamento da eletricidade pelo equivalente mecânico do tep na geração termelétrica a óleo combustível, isto é, pelo conteúdo calórico da massa de óleo consumido na geração de 1 unidade de energia elétrica (MWh). A conversão dos dados extraídos do BEN em unidades naturais para tep foi feita mediante a aplicação de fatores de conversão disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que variam no período de 1990 a 2005 para alguns combustíveis e, por conseguinte, geram uma pequena distorção entre os dados utilizados neste Inventário e aqueles apresentados no BEN.

48 Para a conversão de energia hidráulica e eletricidade em toneladas equivalentes de petróleo, o BEN-2008 adota o princípio de "equivalência no consumo" baseado na primeira lei da termodinâmica (1 MWh = 0,086 tep), como é feito na maioria dos países. Na Comunicação Nacional Inicial foi adotado o princípio de "equivalência na produção", que estabelece a quantidade de petróleo necessária para gerar 1 MWh em uma usina termelétrica (1 MWh = 0,29 tep). Dessa forma, superestimava-se a oferta interna bruta de energia hidráulica, eletricidade e energia nuclear, bem como o consumo final de eletricidade, em relação ao critério adotado internacionalmente, gerando distorções nas comparações com outros países.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 158 10/23/10 1:39 AM

No período de 1990 a 2005, a hidreletricidade foi responsável por cerca de 90% da energia elétrica gerada no país. O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar também teve participação importante, como resultado do Programa Nacional do Álcool - Proalcool, programa governamental para incrementar a produção de álcool hidratado para uso automotivo e a adição de álcool anidro à gasolina. Outro exemplo da participação das fontes renováveis na geração de energia é o bagaço produzido pela cana-de-açúcar, que é utilizado principalmente em caldeiras no setor industrial.

A evolução do consumo final de energia para fins energéticos pode ser observada na Tabela 3.2. No período de 1990 a 2005, observa-se uma retração do uso de carvão vapor, óleo combustível, alcatrão e gasolina de aviação, apenas para citar os casos mais relevantes, acompanhada por um aumento mais importante do uso do coque de petróleo, gás natural, solventes, gasolina automotiva, outras fontes primárias fósseis e lixívia. O consumo de gás canalizado se encerra em 2002, e o de querosene iluminante, cujo consumo já não era representativo em 1990, apresenta redução de 82%. A Figura 3.1 exibe o comportamento do consumo final de energia, por combustível, para o período de 1990 a 2005.

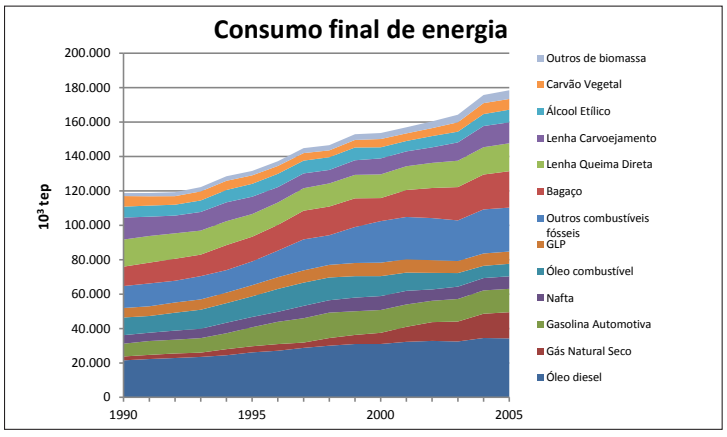
Tabela 3.2 Consumo final de energia, por fonte

Fonte	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990/2005
	(10^3 tep)				(%)	
Gasolina automotiva	7.436	9.235	13.261	13.595	7,6	82,8
Gasolina de aviação	49	52	58	43	0,0	-12,7
Querosene de aviação	1.133	1.218	1.722	1.771	1,0	56,3
Querosene iluminante	272	154	118	48	0,0	-82,3
Óleo diesel	21.515	24.470	31.009	34.277	19,2	59,3
Óleo combustível	10.266	11.359	11.573	7.270	4,1	-29,2
GLP	5.525	6.124	7.844	7.121	4,0	28,9
Nafta	4.958	6.140	8.102	7.277	4,1	46,8
Asfalto	1.234	1.278	1.727	1.461	0,8	18,4
Lubrificantes	697	639	822	856	0,5	22,7
Solventes	223	355	424	1.005	0,6	351,4
Outros produtos não energéticos de petróleo	1.079	880	1.478	1.179	0,7	9,2
Coque de petróleo	391	542	3.317	3.821	2,1	877,3
Carvão vapor	1.945	1.939	2.643	1.183	0,7	-39,2
Carvão metalúrgico	0	258	2.482	3.169	1,8	-
Alcatrão	252	294	242	210	0,1	-16,8
Coque de carvão mineral	196	266	441	353	0,2	80,3
Gás natural úmido	801	60	1.291	2.016	1,1	151,6
Gás natural seco	2.245	3.552	6.502	15.205	8,5	577,2
Gás de refinaria	1.819	2.343	3.015	3.905	2,2	114,7
Outros energéticos de petróleo	960	1.194	2.196	2.149	1,2	123,9
Gás canalizado	280	141	85	0	0,0	-100,0
Gás de coqueria	1.078	1.133	1.127	1.122	0,6	4,1
Lenha queima direta	15.757	13.893	13.774	16.247	9,1	3,1
Lenha carvoejamento	12.780	10.965	9.284	12.173	6,8	-4,8
Carvão vegetal	6.137	5.333	4.814	6.248	3,5	1,8
Bagaço	11.266	14.546	13.381	21.147	11,8	87,7
Resíduos vegetais	426	462	593	819	0,5	92,0
Outras fontes primárias fósseis	347	321	955	1.249	0,7	260,3
Lixívia	1.313	2.183	2.891	4.252	2,4	223,7
Álcool etílico	6.346	7.182	6.457	7.321	4,1	15,4
Total	**118.727**	**128.508**	**153.629**	**178.491**	**100,0**	**50,3**

Fonte: BRASIL, 2008.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 159 10/23/10 1:39 AM

Figura 3.1 Consumo final de energia, por combustível



Considerando-se os setores, foi verificado um crescimento acima da média no consumo energético das centrais termelétricas e dos subsetores industrial e de transporte, este último impulsionado pelos modais rodoviário e aéreo. Embora não se note uma mudança importante no perfil de consumo dos combustíveis no subsetor industrial, algumas alterações se verificam nos subsetores que o compõem. É o caso do subsetor de cimento, no qual se observa um aumento do consumo energético total de 23% no período de 1990 a 2005, marcado pela forte redução do consumo de óleo combustível (cuja participação no total cai de 49% em 1990 para 0,9% em 2005), em grande parte compensado pelo aumento do consumo de coque de petróleo (participação de 0,2% no consumo total de 1990 e 76% em 2005).

O subsetor industrial aumenta sua participação no consumo energético total de 24% para 29,0% entre 1990 e 2005. O subsetor de transportes aumenta sua participação no consumo energético total de 27% para 29% no período inventariado. O aumento do consumo de gás natural ganha destaque no modal rodoviário, embora sua participação no consumo total de combustíveis ainda seja modesta em 2005.

O crescimento do consumo das centrais termelétricas é o que mais se destaca, sendo o gás natural o combustível mais consumido pelo setor em 2005 (com 35% de participação no total), seguido pelo óleo diesel (19% de participação). Ainda assim, a participação das centrais termelétricas no consumo total em 2005 é de apenas 5,7% ao final do período inventariado. As fontes energéticas de origem renovável mantêm, ao longo de todo o período, uma participação próxima de 40% do total, mas com tendência de redução no longo prazo. A Tabela 3.3 apresenta o consumo final energético para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005, por subsetor.

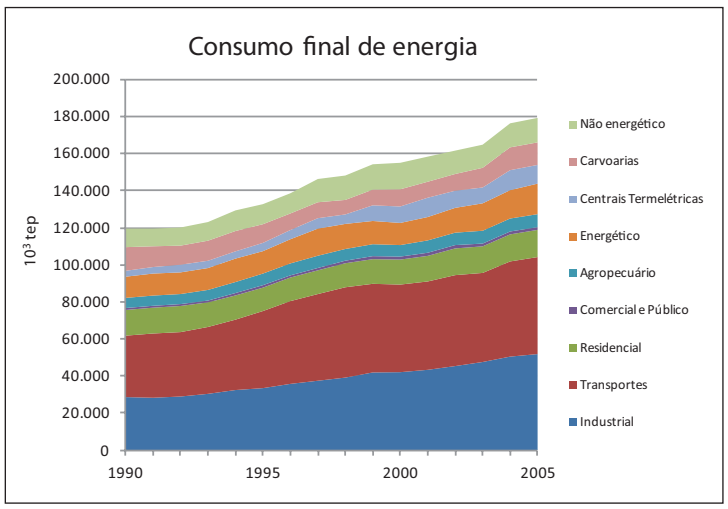
Tabela 3.3 Consumo final de energia, por subsetor

Subsetor	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
	(10³ tep)				(%)	
Industrial	28.557	32.367	42.013	51.781	29,0	81,3
Transportes	32.375	37.163	45.876	51.574	28,9	59,3
Residencial	13.864	13.069	13.501	14.672	8,2	5,8
Comercial e público	1.061	1.306	1.616	1.488	0,8	40,2
Agropecuário	5.454	5.931	6.217	7.009	3,9	28,5
Energético	11.454	12.652	11.942	16.479	9,2	43,9
Centrais termelétricas	3.167	3.914	8.884	10.092	5,7	218,7
Carvoarias	12.780	10.965	9.284	12.173	6,8	-4,8
Não energético	10.014	11.139	14.297	13.222	7,4	32,0
Total	**118.727**	**128.508**	**153.629**	**178.491**	**100**	**50,3**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 160 10/23/10 1:39 AM

A evolução do consumo final de energia, por subsetor, pode ser visualizada na Figura 3.2, para o período de 1990 a 2005.

Figura 3.2 Consumo final de energia, por subsetor



Na seção a seguir são estimadas as emissões de gases de efeito estufa devido à produção, transformação, transporte e consumo de energia, divididas em duas subseções: emissões por queima de combustíveis e emissões fugitivas.

3.1.2 Emissões por Queima de Combustíveis

O processo de combustão gera essencialmente CO_2 pela oxidação do carbono contido nos combustíveis, liberando energia. Essa queima é, contudo, imperfeita e, como consequência, também são produzidos CH_4, CO e NMVOC. Como efeito secundário, ocorre também a geração de N_2O e NO_x.

3.1.2.1 Emissões de CO_2 por queima de combustíveis

As emissões de CO_2 do Brasil, originadas da queima de combustíveis, foram estimadas utilizando as duas metodologias do IPCC (IPCC, 1997): a abordagem de referência ou *Top-down*, na qual as emissões de CO_2 são calculadas a partir da oferta de combustível; e a abordagem setorial, ou *Bottom-up*, na qual as emissões de CO_2 são calculadas a partir do consumo final energético de cada setor. Apenas as emissões de CO_2 correspondentes aos combustíveis fósseis são consideradas neste capítulo e contabilizadas no total nacional. As emissões resultantes da queima de biomassa como combustível são consideradas nulas pelo IPCC, já que decorrem do processo de fotossíntese, sendo aqui apresentadas apenas a título de informação, como pode ser observado na Tabela 3.4.

As estimativas de emissão baseiam-se nos dados de produção e consumo por fonte energética, obtidos do Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2008), que anteriormente era publicado pelo Ministério de Minas e Energia - MME, e em anos recentes, passou a ser publicado pela EPE, empresa subordinada ao MME.

Especificamente para a abordagem setorial foram utilizadas as três edições do Balanço de Energia Útil - BEU disponíveis no Brasil, cujo intervalo é de 10 anos (1983, 1993 e 2003), visando à desagregação do consumo de combustíveis entre as destinações finais. O BEU fornece o quadro da destinação de cada energético, em energia final, por tipo de uso para os diversos setores, bem como as respectivas eficiências. Dentre as destinações disponíveis, são relevantes para as emissões as de calor de processo, aquecimento direto e força motriz, que indicam a tecnologia empregada (caldeira ou aquecedor, forno ou secadores e motor ou turbina, respectivamente). Uma aplicação residual de combustíveis para iluminação também é considerada.

Para os fatores de emissão de gases não-CO_2, foi introduzido um conjunto de critérios de agregação por tecnologia (motores, caldeiras, secadores, fornos, etc.), com o objetivo de identificar fatores mais apropriados para cada tipo de equipamento e combustível, combinando fatores específicos e *default* e considerando características semelhantes (estado físico, origem fóssil ou renovável, teor de carbono, etc.) dos combustíveis e equipamentos. As principais fontes de dados para os fatores de emissão adotados são o *Guidelines* 1996 e o *Guidebook* do CORINAIR. Procurou-se estabelecer o nível de detalhamento que se pode alcançar na associação dos combustíveis com os equipamentos de uso mais frequente no Brasil.

Top-down

A metodologia *Top-down* permite estimar as emissões de CO_2 considerando apenas a oferta de energia no país, sem o detalhamento sobre como essa energia é consumida. As emissões são estimadas a partir de um balanço envolvendo a produção doméstica de combustíveis primários, as importações líquidas de combustíveis primários e secundários e a variação interna dos estoques desses combustíveis. A metodologia determina que, uma vez introduzido na economia nacional, em um determinado ano, o carbono contido em um combustível ou é liberado para a atmosfera ou é retido de alguma forma, seja por meio do aumento do estoque do combustível, da incorporação a produtos não energéticos ou da sua retenção parcial nos resíduos da combustão. Considera-se que uma pequena fração (da ordem de 1%) dos combustíveis não é oxidada e acaba se incorporando às cinzas ou a outros subprodutos. No caso do uso não energético dos combustíveis, considera-se, também, que uma fração é retida no horizonte de tempo considerado (da ordem de um século). A vantagem do método *Top-down*

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 161 10/23/10 1:39 AM

sobre outros métodos é, portanto, não depender de informações detalhadas a respeito da utilização do combustível pelo usuário final, ou sobre as transformações intermediárias dos combustíveis, para cálculo de CO_2.

Na abordagem *Top-down* as fontes de energia são separadas por estado físico do produto primário, correspondendo fundamentalmente a petróleo, seus derivados e líquidos de gás natural (líquidos), carvão e seus derivados (sólidos) e gás natural seco (gasosos). Na Tabela 3.4, são apresentados os resultados das emissões de CO_2 estimadas pelo método *Top-down* para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005.

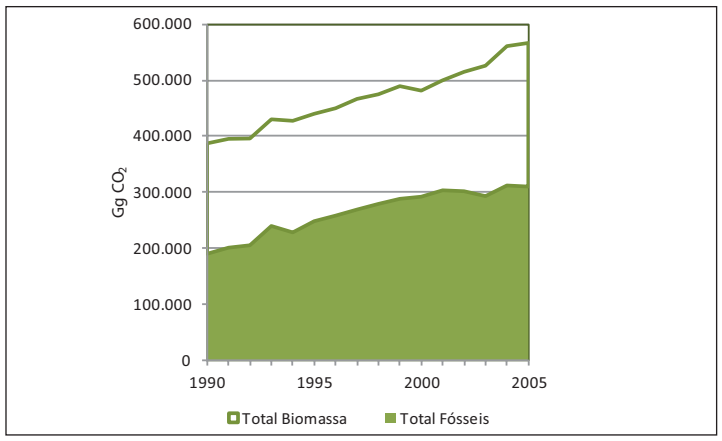
Tabela 3.4 Emissões de CO_2 estimadas pela metodologia *Top-down*

Fonte	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Petróleo e derivados	151.565	175.859	228.660	221.254	71,4	46,0
Carvão e derivados	27.725	39.886	37.774	38.407	12,4	38,5
Gás natural	9. 317	11.598	23.992	48.245	15,6	395,8
Outras fontes primárias fósseis*	614	570	1.426	2.071	0,7	237,4
Total fósseis	**189.635**	**227.913**	**291.851**	**309.978**	**100,0**	**63,5**
Biomassa líquida	24.467	28.697	28.273	35.989	14,0	47,1
Biomassa sólida	173.199	171.047	161.600	221.100	86,0	27,7
Biomassa gasosa	-	-	-	-	0,0	NA
Total biomassa**	**197.666**	**199.744**	**189.873**	**257.089**	**100**	**30,1**

*Compreende fontes primárias com diferentes estados físicos.

**As emissões de CO_2 provenientes do uso da biomassa como combustível são apresentadas apenas para informação e não devem ser contabilizadas neste Inventário.

Figura 3.3 Emissões de CO_2 calculadas de acordo com a metodologia *Top-Down*



As emissões totais de CO_2 provenientes da queima de combustíveis fósseis evoluíram de 189,6 Mt CO_2, em 1990, para 310,0 Mt CO_2, em 2005, o que representa um aumento de 63,5%, ou seja, um aumento médio anual de 3,3%, mantendo-se a tendência de aumento das emissões de CO_2 em relação ao Inventário Inicial.

As emissões dos derivados de petróleo se sobressaem com 71,4% das emissões totais de CO_2 do setor de Energia em 2005. O consumo de petróleo é ainda importante em 2005, mas perde força, abrindo espaço para maior inserção dos demais combustíveis. O segundo lugar é ocupado pelas emissões do carvão e de seus derivados, cuja participação é de 12,4% nas emissões totais em 2005 e que têm como origem principal o carvão metalúrgico importado e o carvão vapor nacional.

As emissões originadas do gás natural são as que mais se destacam em termos de crescimento ao longo do período e ampliam sua contribuição para as emissões totais de 5,1% em 1990 para 15,6% em 2005, em substituição ao uso de derivados de petróleo.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 162 10/23/10 1:39 AM

Bottom-up

A abordagem setorial, ou *Bottom-up*, permite identificar onde e como ocorrem as emissões, favorecendo o estabelecimento de medidas de mitigação. Essa abordagem possibilita o conhecimento das emissões de outros gases de efeito estufa cujo comportamento também é importante.

O cálculo das emissões pela abordagem *Bottom-up* considera as várias destinações. Além do CO_2, são estimadas as emissões dos chamados gases não-CO_2, a saber: CO, CH_4, N_2O, NO_x e NMVOC.

As emissões de CO_2 são dependentes do conteúdo de carbono dos combustíveis, podendo ser estimadas em um nível de agregação elevado e com razoável precisão, conforme proposto na metodologia *Top-down*. Para os gases não-CO_2, no entanto, é preciso trabalhar com informações complementares sobre uso final, tecnologia dos equipamentos, condições de utilização, etc., e deve ser feita, portanto, em um nível mais desagregado. Mesmo assim, na metodologia do IPCC (IPCC, 1997) é recomendado que as emissões de CO_2 também sejam estimadas a partir de um nível mais desagregado de informações, o que possibilita uma comparação entre as duas abordagens, como será tratado mais adiante. Assim sendo, as emissões de CO_2 da queima de combustíveis foram estimadas para os vários setores da economia.

A determinação do consumo final dos combustíveis por setor exigiu a adequação da base de dados disponível. Foi necessário um ajuste tanto dos combustíveis quanto dos setores de atividade. No que se refere às emissões, as peculiaridades de cada país estão ligadas à diferença dos combustíveis utilizados e/ou às características dos equipamentos de uso e transformação. Tendo em vista que, na queima de combustíveis, os fatores de emissão para os gases não-CO_2 dependem da tecnologia utilizada, procurou-se estabelecer coeficientes adequados para o Brasil, através da identificação dos equipamentos utilizados pelos diversos setores.

A Tabela 3.5 e a Tabela 3.6 apresentam, respectivamente, as emissões por combustível e por subsetor de atividade para os anos 1990, 1994, 2000 e 2005. As emissões de CO_2 em 2005 foram estimadas em 300 Mt. Essas emissões cresceram 74% no período do Inventário, enquanto o crescimento do consumo de energia foi de 50%. Isso permite concluir que houve um aumento da intensidade de carbono do sistema energético do país.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 163 10/23/10 1:39 AM

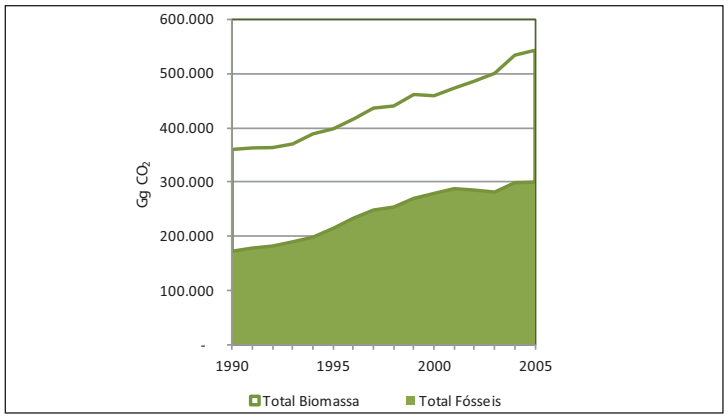
Tabela 3.5 Emissões de CO_2 por combustível

Fonte	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Gasolina automotiva	21.361	26.526	38.092	39.052	13,0	82,8
Gasolina de aviação	145	154	173	127	0,0	-12,7
Querosene de aviação	3.358	3.609	5.104	5.248	1,7	56,3
Querosene iluminante	568	365	166	74	0,0	-87,0
Óleo diesel	66.053	75.123	95.199	105.231	35,1	59,3
Óleo combustível	32.921	36.425	37.113	23.315	7,8	-29,2
GLP	14.443	16.007	20.504	18.616	6,2	28,9
Nafta	3.768	4.665	6.157	5.530	1,8	46,8
Lubrificantes	1.059	972	1.249	1.300	0,4	22,7
Coque de petróleo	1.634	2.266	13.865	15.968	5,3	877,3
Carvão vapor	7.549	7.526	10.261	4.592	1,5	-39,2
Carvão metalúrgico	0	1.003	9.635	12.302	4,1	-
Alcatrão	667	929	531	352	0,1	-47,3
Coque de carvão mineral	869	1.182	1.959	1.567	0,5	80,3
Gás natural úmido	1.825	139	3.018	4.711	1,6	158,2
Gás natural seco	5.176	8.479	16.448	39.299	13,1	659,2
Gás de refinaria	4.350	5.879	7.862	10.371	3,5	138,4
Outros energéticos de petróleo	2.918	3.629	6.674	6.534	2,2	123,9
Gás canalizado	749	363	199	0	0,0	-100,0
Gás de coqueria	1.916	2.014	2.004	1.994	0,7	4,1
Outras fontes primárias fósseis*	1.043	967	2.874	3.759	1,3	260,3
Total	**172.371**	**198.222**	**279.088**	**299.941**	**100**	**74,0**
Lenha queima direta	67.810	59.789	59.275	69.919	28,7	3,1
Lenha carvoejamento	25.728	22.074	18.691	24.506	10,1	-4,8
Carvão vegetal	26.868	23.346	21.076	27.353	11,2	1,8
Bagaço	44.917	57.993	53.347	84.308	34,6	87,7
Resíduos vegetais	1.917	2.077	2.667	3.682	1,5	92,0
Lixívia	3.992	6.636	8.786	12.924	5,3	223,7
Álcool etílico	16.729	18.982	16.630	20.915	8,6	25,0
Biomassa total**	**187.962**	**190.896**	**180.471**	**243.606**	**100**	**29,6**

*Compreende fontes primárias com diferentes estados físicos.
**As emissões de CO_2 provenientes do uso da biomassa como combustível são apresentadas apenas para informação e não devem ser contabilizadas neste Inventário.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 164 10/23/10 1:39 AM

Figura 3.4 Emissões de CO_2 calculadas de acordo com a metodologia *Bottom-up*



O óleo diesel aparece como o combustível responsável pela maior parcela das emissões de CO_2 (35%) e de consumo (19%) de combustíveis fósseis em 2005. O segundo combustível que mais contribuiu para as emissões de CO_2 foi o gás natural seco, que com elevada taxa de crescimento amplia sua participação nessas emissões de 3,0% em 1990 para 13% em 2005, superando a contribuição da gasolina automotiva (13%) e do óleo combustível (7,8%). O óleo combustível, por sua vez, tem suas emissões de CO_2 reduzidas em cerca de 30% no período analisado, acompanhando uma redução do consumo também de 30%. Seguem em ordem decrescente de participação em 2005: GLP (6,2%) e coque de petróleo (5,3%). Alguns desses combustíveis apresentaram significativo crescimento no período, como o coque de petróleo (877%) e gás natural seco (659%), por exemplo. A Tabela 3.6 mostra as emissões de CO_2 por subsetor para os combustíveis fósseis.

Tabela 3.6 Emissões de CO_2 dos combustíveis fósseis por subsetor

Subsetor	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Subsetor energético	22.668	25.443	43.595	48.601	16,2	74,0
Centrais elétricas serviço público	5.979	7.215	18.581	17.365	5,8	190,5
Centrais elétricas autoprodutoras	3.273	3.785	7.468	8.621	2,9	163,4
Consumo setor energético	13.417	14.443	17.546	22.616	7,5	68,6
Residencial	13.818	15.220	17.044	15.484	5,2	12,1
Comercial	2.075	1.579	2.218	1.954	0,7	-5,9
Público	509	1.972	2.104	1.739	0,6	241,6
Agropecuário	10.052	12.527	14.051	14.809	4,9	47,3
Transportes	79.914	91.820	120.130	133.431	44,5	67,0
Aéreo	3.503	3.763	5.278	5.374	1,8	53,4
Ferroviário	1.625	1.262	1.238	1.730	0,6	6,5
Rodoviário	71.339	83.236	110.684	122.765	40,9	72,1
Marítimo	3.448	3.560	2.931	3.561	1,2	3,3
Industrial	36.835	42.217	71.115	75.620	25,2	105,3
Cimento	5.621	4.944	10.441	8.641	2,9	53,7
Ferro-gusa e aço	3.685	5.116	12.515	15.322	5,1	315,8
Ferroligas	177	285	574	1.146	0,4	548,5
Mineração e pelotização	2.425	3.244	5.655	7.255	2,4	199,1
Não ferrosos	3.149	3.939	6.488	8.224	2,7	161,2
Química	8.681	9.230	14.649	15.446	5,1	77,9
Alimentos e bebidas	3.268	3.684	4.496	3.873	1,3	18,5
Têxtil	1.619	1.364	1.307	1.246	0,4	-23,0
Papel e celulose	2.467	2.979	4.349	3.951	1,3	60,1
Cerâmica	1.706	2.550	3.430	4.022	1,3	135,7
Outros	4.037	4.884	7.212	6.495	2,2	60,9
Consumo não energético	6.499	7.444	8.832	8.303	2,8	27,8
Total	**172.371**	**198.222**	**279.088**	**299.941**	**100**	**74,0**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 165 10/23/10 1:39 AM

O subsetor que mais contribuiu para as emissões em 2005 foi o de transportes, responsável por 44% das emissões de CO_2. O modo rodoviário, cujo consumo cresceu 72% no período assinalado, respondeu sozinho por 41% das emissões totais nesse ano e 92% das emissões de transportes, aumentando ligeiramente sua participação nas emissões desse subsetor entre 1990 e 2005.

O subsetor industrial contribuiu com 25% das emissões do setor de Energia, com destaque para o ferro-gusa e aço e a química, cada um responsável por 5,1%. O aumento do consumo energético total desse subsetor registra 81% no período analisado. No Inventário Inicial as emissões da siderurgia foram contabilizadas no setor de Energia devido à falta de informações que permitissem corretamente alocar o consumo de determinados combustíveis no setor Indústria. Neste segundo Inventário, contudo, já foi possível estimar de forma adequada as emissões da siderurgia provenientes do consumo de carvão mineral, coque de carvão mineral, gás natural e gás de coqueria, contabilizando-as no setor de Processos Industriais, conforme as diretrizes do *Guidelines* 1996. O recálculo foi efetuado para o período completo de 1990 a 2005, de modo a manter consistente a série temporal.

O subsetor industrial de ferroligas apresenta o maior crescimento no período assinalado, em termos de emissões de CO_2, embora represente apenas 1,5% das emissões totais em 2005. O consumo de carvão vegetal é predominante para este subsetor no período inventariado, mas tem sua participação no total reduzida de 88% em 1990 para 60% em 2005, devido à entrada de outros combustíveis na matriz de consumo do subsetor, dentre os quais se destacam a lenha para queima direta, coque de petróleo e óleo combustível. De um modo geral, observa-se um aumento do consumo de combustíveis na indústria, com algumas exceções (querosene iluminante, óleo combustível, carvão vapor, alcatrão e gás de refinaria) e as emissões cresceram 105%, acompanhando a taxa de crescimento do consumo energético de 81% no período.

Dos subsetores de menor contribuição no total das emissões, o público foi o que apresentou uma taxa de crescimento das emissões mais elevada no período, 242%. O consumo total do setor aumentou cerca de 268%, com predominância do uso do GLP em 2005. No caso do subsetor comercial, observa-se uma queda de 5,9% das emissões entre 1990 e 2005, dada a retração de 4,2% de consumo energético pelo subsetor.

A Tabela 3.7 apresenta a comparação entre as estimativas das emissões de CO_2 obtidas a partir dos dois métodos. É razoável que se encontre alguma variação entre os dois resultados, já que se trabalha com níveis de agregação distintos e hipóteses que eventualmente só se aplicam a uma das metodologias. Também contribui para essa diferença o fato de que na metodologia *Botom-up* utiliza-se um número maior de variáveis.

De acordo com o *Guidelines* 1996, pode-se considerar razoável que essa diferença se situe dentro de um intervalo de 2% (negativo ou positivo). Caso o valor encontrado extrapole esse limite tido como razoável, deve-se apresentar justificativas para o fato.

Como pode ser visto na Tabela 3.7, o valor encontrado empregando-se o método *Top-down* é sistematicamente maior do que aquele obtido pelo *Bottom-up*. As estimativas pelo método *Bottom-up* não contabilizam as perdas de energia na transformação e na distribuição, o que resulta em uma estimativa um pouco menor. Dentre os fatores que contribuem para as divergências dos resultados obtidos entre a abordagem *Bottom-up* e a *Top-down* ganha destaque a alocação das emissões da siderurgia no setor de Processos Industriais, em conformidade com as diretrizes do *Guidelines* 1996 e diferentemente do que foi feito no Inventário Inicial, em que tais emissões foram contabilizadas no setor de Energia. O ajuste no *Bottom-up* é mais simples, por ser feito diretamente no consumo dos combustíveis, que é um dos dados de entrada conforme a metodologia. O acerto é mais complicado no *Top-down*, pois o consumo aparente resulta da consideração sobre produção, importação, exportação e variação de estoques. Além do mais, não é possível destacar do consumo total aquele que se destina ao uso na siderurgia. As emissões estimadas de acordo com a abordagem *Top-down* estão, portanto, superestimadas.

Tabela 3.7 Emissões de CO_2 dos combustíveis fósseis estimadas pelas metodologias *Top-down* e *Bottom-up*

Abordagem	1990	1994	2000	2005
	(Gg)			
Top-down (A)	189.635	227.913	291.851	309.978
Bottom-up (B)	172.371	198.222	279.088	299.941
Diferença (%) ((A-B)/A)	10,0	15,0	4,6	3,3

De acordo com a decisão 17/CP.8 complementada pelas recomendações apresentadas no *Good Practice Guidance* 2000 apenas as emissões provenientes de voos domésticos devem ser contabilizadas no inventário nacional. As emissões decorrentes de queima de combustíveis em atividade aérea internacional (*bunker fuels*) devem ser informadas separa-

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 166 10/23/10 1:39 AM

damente. Além disso, apenas as emissões derivadas do consumo de combustível adquirido em cada país devem ser consideradas em seu inventário.

O BEN costumava agregar a informação de *bunker fuels* para aviação (combustível fornecido às empresas de transporte aéreo para o transporte internacional) dentro da conta de exportações (combustível exportado como mercadoria), mas passou a apresentar a informação de forma desagregada a partir do ano de 1998. Neste caso, optou-se por adotar as informações fornecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, por apresentar os dados de *bunker fuels* separados da exportação desde 1990. Além disso, o maior detalhamento da distinção feita entre transporte nacional e internacional confere mais robustez aos dados apresentados e garante a adequação da metodologia às diretrizes do IPCC. No caso da aviação civil, portanto, foram utilizados dados mais precisos de exportação e *bunker fuels*, obtidos, respectivamente, com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP e a ANAC.

O consumo de gasolina de aviação em voos internacionais foi considerado desprezível, tendo em vista que o emprego de gasolina de aviação se restringe a pequenas aeronaves, com motor a pistão e de alcance limitado. Também foi considerado desprezível o consumo de combustível do tráfego internacional relacionado às atividades de táxi aéreo e serviços aéreos especializados.

Também devido às características técnicas das aeronaves tipicamente utilizadas em táxi aéreo, serviços especializados ou particulares, foi considerado, neste relatório, que atividades não registradas no Anuário de Transporte Aéreo da ANAC correspondem a uma parcela desprezível do consumo de querosene de aviação. Considerou-se também desprezível a estocagem de combustível pelos usuários finais, bem como a parcela eventualmente perdida por vazamentos, evaporação etc. Dessa forma, assumiu-se que todo o combustível distribuído foi efetivamente consumido em atividades de aviação no mesmo ano.

O consumo de combustível informado diretamente pelas companhias (ANAC, 1996-2008), em princípio, engloba o quantitativo total relativo às suas operações, sem distinção de origem. Em voos domésticos, admite-se que todo o combustível consumido é de origem nacional. Em voos internacionais, no entanto, espera-se que parte do combustível seja adquirida fora do país. Portanto, o consumo de combustível em voos internacionais informado pelas companhias aéreas à ANAC não é adotado diretamente, mas é ajustado aos dados de distribuição fornecidos pela ANP.

Para a estimativa das emissões foi adotada, para cada ano, a abordagem (*Tier*) mais detalhada possível, em função dos dados disponíveis quanto ao consumo de combustível e/ou movimentos de aeronaves. Para os anos de 2005 a 2007 foi possível utilizar a metodologia *Tier* 2. Em relação aos anos de 1990 a 2004, é utilizada a metodologia *Tier* 1, já que nesses anos a informação disponível é limitada.

De acordo com a recomendação do *Good Practice Guidance* 2000 para as situações em que se aplica tiers diferentes para anos diferentes, os resultados obtidos com *Tier* 1 foram ajustados de forma a se obter uma série temporal consistente.

Espera-se que o próximo Inventário contemple um estudo detalhado para as emissões provenientes do transporte marítimo internacional. Assim como no caso da aviação civil, só se dispõem de informação sobre bunker fuels de óleo diesel e de óleo combustível no BEN a partir de 1998. Para os anos anteriores, considerou-se que esses combustíveis foram integralmente destinados à exportação. A Tabela 3.8 apresenta as emissões de CO_2 de *bunker fuels* para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005.

Tabela 3.8 Emissões de CO_2 de *bunker fuels*

Fonte	1990	1994	2000	2005
	(Gg)			
Transporte Aéreo				
Querosene de aviação	5.231	4.339	5.708	5.805
Transporte Marítimo				
Óleo diesel	-	-	1.922	1.821
Óleo combustível	-	-	6.997	8.136

3.1.2.2 Emissões de outros gases de efeito estufa por queima de combustíveis

Os outros gases de efeito estufa estimados são: CH_4, N_2O, CO, NO_x e NMVOC. Esses gases são tratados de forma genérica como gases "não-CO_2" e suas emissões foram estimadas para todos os combustíveis, inclusive os que são derivados da biomassa.

As emissões dos gases não-CO_2 não dependem somente do tipo de combustível utilizado, mas também da tecnologia de combustão, das condições de operação, das condições de manutenção do equipamento, da sua idade, etc. Para aplicar a metodologia *Bottom-up*, portanto, os usos finais das fontes energéticas devem ser conhecidos, bem como as características dos equipamentos utilizados. Sendo assim, o

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 167 10/23/10 1:39 AM

cálculo mais preciso das emissões de gases não-CO_2 exige dados mais desagregados e metodologia detalhada (*Tier* 2 e *Tier* 3). No entanto, como essas informações nem sempre existem, foi desenvolvido um método simplificado (*Tier* 1) para avaliar tais emissões, a partir somente de informações sobre consumo de energia por setor. O método detalhado *Tier* 2 do *Guidelines* 1996, que utiliza fatores de emissão para classes de equipamentos e combustíveis por setor, foi aplicado na maior parte dos usos finais de combustíveis. Nos casos onde não havia fatores adequados, foram utilizados os fatores de emissão do *Tier* 2 da versão anterior do *Guidelines* 1996 (IPCC, 1995) e também das diretrizes do CORINAIR.

O *Tier* 1 foi utilizado em alguns casos onde não existiam dados disponíveis, tecnologias ou combustíveis equivalentes (IPCC, 1997). Para a gasolina e o álcool etílico consumidos no modo de transporte rodoviário foram utilizados fatores de emissão específicos do país, desenvolvidos no módulo de transportes de veículos leves, e que pode ser classificado como um método *Tier* 3, calculados a partir dos dados obtidos na Cetesb (CETESB, 2006).

A Tabela 3.9 apresenta as emissões dos outros gases de efeito estufa por queima de combustíveis para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005.

Tabela 3.9 Emissões de outros gases de efeito estufa por queima de combustíveis

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
CO	14.919	14. 438	11.415	11.282	-24,4
CH_4	336	296	267	344	2,4
NO_x	1.781	1.996	2.334	2.388	34,1
N_2O	8,4	9,0	9,5	11,9	41,5
NMVOC	1.022	974	860	958	-6,2
Emissões de *Bunker Fuels*					
CO	NE	NE	NE	1	NA
CH_4	0,01	0,01	0,6	0,7	NA
NO_x	23	19	201	221	NA
N_2O	0,1	0,1	0,2	0,2	NA
NMVOC	NE	NE	NE	0,1	NA

Em 2005, foram emitidos 11.282 Gg CO; 344 Gg CH_4; 2.388 Gg NO_x; 11,9 Gg N_2O; e 958 Gg NMVOC. Apesar do aumento do consumo de combustíveis, no período de 1990 a 2005, as emissões de CO e NMVOC diminuíram em decorrência da queda dos fatores de emissão.

Uma análise mais detalhada dos resultados acima se encontra nos itens a seguir. Para cada gás são apresentadas tabelas com as emissões por combustível e setor, para os anos 1990, 1994, 2000 e 2005. Cada uma dessas tabelas apresenta, também, a distribuição percentual em 2005 e a correspondente taxa de crescimento no período, 1990-2005.

Metano

Em 2005, foram emitidos 344 Gg CH_4 devido à queima de combustíveis. As emissões apresentaram um aumento de 2,4% no período de 1990 a 2005.

A Tabela 3.10 mostra que os combustíveis de biomassa são as principais fontes emissoras de CH_4 (96% em 2005). No entanto, as emissões de CH_4 derivadas do uso da biomassa se limitaram a um crescimento de apenas 1,5% no período. Por outro lado, as emissões dos combustíveis fósseis, que foram responsáveis por 4,5% das emissões em 2005, apresentaram um aumento de 26% no período deste Inventário.

O principal combustível, em termos de emissões de CH_4, foi a lenha (72% de participação nas emissões em 2005), seguida pelo carvão vegetal (15%) e pelo bagaço (7,8%). Dentre esses combustíveis, apenas a lenha apresentou redução das emissões de CH_4 (-3,3%).

No que se refere à queima de combustíveis fósseis, observa-se a predominância das emissões de metano através do uso de derivados de petróleo e gás natural.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 168 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.10 Emissões de CH_4 por combustível

Emissões por Combustível	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
Fóssil	**(Gg)**				**(%)**	
Gasolina	3,1	3,7	3,2	2,3	0,7	-24,1
Querosene de aviação	0,07	0,07	0,10	0,10	0,03	44,0
Querosene iluminante	0,056	0,035	0,016	0,007	0,002	-86,9
Óleo diesel	7,2	8,3	9,4	9,3	2,7	29,1
Óleo combustível	0,86	0,93	0,95	0,69	0,2	-19,1
GLP	0,27	0,31	0,47	0,44	0,13	63,2
Coque de petróleo	0,016	0,022	0,14	0,16	0,05	884,9
Carvão vapor	0,081	0,080	0,086	0,046	0,01	-43,6
Carvão metalúrgico	-	0,010	0,049	0,034	0,01	-
Alcatrão	0,006	0,009	0,003	0,001	0,0004	-77,4
Coque de carvão mineral	0,22	0,28	0,27	0,27	0,08	25,0
Gás natural	0,12	0,16	0,50	1,58	0,5	1261,4
Gás de refinaria	0,038	0,084	0,090	0,082	0,02	121,8
Outros energéticos de petróleo	0,054	0,066	0,170	0,17	0,05	212,6
Gás canalizado	0,022	0,012	0,007	0,000	-	-100,0
Gás de coqueria	0,072	0,077	0,091	0,086	0,03	19,3
Outras primárias fósseis	0,013	0,012	0,032	0,041	0,01	211,7
Total fóssil	**12,17**	**14,19**	**15,66**	**15,35**	**4,5**	**26,1**
Biomassa	**1990**	**1994**	**2000**	**2005**	**Participação 2005**	**Variação 1990-2005**
	(Gg)				**(%)**	
Lenha	255,7	216,0	192,2	247,4	71,9	-3,3
Carvão vegetal	51,4	44,6	40,3	52,3	15,2	1,8
Bagaço	14,3	18,5	17,1	27,0	7,8	89,0
Resíduos vegetais	0,54	0,58	0,70	0,88	0,3	64,5
Lixívia	0,15	0,24	0,31	0,45	0,13	213,1
Álcool etílico	1,61	1,45	0,79	0,65	0,2	-59,5
Total biomassa	**323,6**	**281,4**	**251,3**	**328,6**	**95,5**	**1,5**
Total	**335,8**	**295,6**	**267,0**	**344,0**	**100**	**2,4**

Em termos de emissões setoriais em 2005 (Tabela 3.11), o setor energético foi o principal responsável pelas emissões de CH_4 (48%) devido à participação das carvoarias (44% em relação às emissões totais de CH_4). Em seguida, têm-se os setores residencial (22%) e industrial (21%). Os setores que apresentaram as maiores taxas de crescimento de emissões no período incluem as centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras (com 834% e 203% de crescimento, respectivamente), embora responsáveis por apenas 0,5% das emissões de 2005 quando somadas; a indústria de alimentos e bebidas (157%) e a de papel e celulose (76%). Ao comparar os resultados das tabelas de emissões por combustível (Tabela 3.10) e por setor (Tabela 3.11), observa-se uma diminuição das emissões do setor residencial devido à queda do uso da lenha, entre 1996 e 2000, com pequena retomada em anos recentes, devido à retirada do subsídio ao GLP. No setor de transformação as emissões estão principalmente ligadas ao uso do carvão vegetal (emissão nas carvoarias).

Cruzando as três variáveis – equipamento, combustível e setor – identifica-se a lenha para carvoejamento como a

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 169 10/23/10 1:39 AM

principal fonte de emissão, com 44% das emissões de CH_4 resultantes da queima de combustíveis em 2005, seguida pela lenha dos fornos do setor residencial (21%). Embora os demais combustíveis de biomassa apresentem elevada taxa de crescimento das emissões de CH_4 no período, observa-se um decréscimo de 3,3% no caso da lenha e um pequeno aumento de 1,8% para o carvão vegetal, que, juntos, detêm 87% das emissões de CH_4 em 2005, o que explica o modesto crescimento das emissões totais de CH_4 entre 1990 e 2005.

Tabela 3.11 Emissões de CH_4 por subsetor

Emissões por Subsetor		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)	
Subsetor energético amplo	Centrais elétricas de serviço Público	0,1	0,1	0,4	1,0	0,3	833,9
	Centrais elétricas autoprodutoras	0,2	0,3	0,6	0,7	0,2	202,6
	Carvoarias	161	138	117	153	44,5	-4,8
	Consumo setor energético	8,6	9,7	7,2	10,5	3,0	21,4
Indústria	Cimento	3,0	2,3	2,1	2,2	0,6	-28,4
	Ferro-gusa e aço	37	33	31	41	11,8	10,2
	Ferroligas	3,0	3,7	3,7	4,9	1,4	61,8
	Mineração e pelotização	0,3	0,1	0,1	0,1	0,03	-64,9
	Não ferrosos	2,2	1,1	0,2	0,2	0,1	-90,0
	Química	0,8	0,7	0,4	0,5	0,1	-43,0
	Alimentos e bebidas	7,3	10,4	11,9	18,6	5,4	157,1
	Têxtil	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	-28,6
	Papel e celulose	1,0	1,2	1,5	1,8	0,5	76,3
	Cerâmica	2,2	2,0	2,2	2,3	0,7	4,6
	Outras	0,8	0,7	0,7	0,8	0,2	-4,1
	Subtotal	**58**	**55**	**54**	**72**	**21,0**	**24,8**
Transporte	Aéreo	0,07	0,08	0,11	0,10	0,03	41,4
	Rodoviário	10,2	11,4	11,1	9,8	2,9	-3,5
	Ferroviário	0,11	0,09	0,08	0,12	0,03	6,4
	Hidroviário	0,23	0,24	0,19	0,24	0,1	3,2
	Subtotal	**10,6**	**11,8**	**11,5**	**10,3**	**3,0**	**-2,9**
Outros subsetores	Comercial	1,5	1,5	1,3	1,3	0,4	-10,4
	Público	0,07	0,09	0,06	0,04	0,01	-39,2
	Residencial	76	64	62	77	22	1,9
	Agropecuário	21	15	14	18	5,2	-13,6
Total		**336**	**336**	**296**	**267**	**100**	**2,4**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 170 10/23/10 1:39 AM

Óxido Nitroso

Em 2005, foram emitidos 11,9 Gg N_2O como resultado da queima de combustíveis. A taxa de crescimento das emissões foi de 42% entre 1990 e 2005.

A Tabela 3.12 mostra que os combustíveis de biomassa são as principais fontes emissoras de N_2O (68% em 2005), tendo apresentado uma taxa de crescimento das emissões de 26% no período, muito abaixo da taxa de crescimento alcançada pelas fontes fósseis (91%). As emissões de N_2O evidenciam a importância da gasolina para as emissões de combustíveis fósseis. As emissões de N_2O devido ao consumo de gasolina representaram 12% das emissões totais em 2005, tendo crescido 118% entre 1990 e 2005.

Tabela 3.12 Emissões de N_2O por combustível

Emissões por Combustível	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
Fóssil	**(Gg)**				**(%)**	
Gasolina	0,67	0,91	1,36	1,47	12,4	117,7
Querosene de aviação	0,11	0,12	0,17	0,17	1,5	58,3
Querosene iluminante	0,005	0,003	0,001	0,001	0,01	-87,0
Óleo diesel	0,54	0,61	0,78	0,86	7,2	59,5
Óleo combustível	0,19	0,21	0,20	0,13	1,1	-32,1
GLP	0,03	0,03	0,05	0,05	0,4	71,5
Coque de petróleo	0,02	0,03	0,2	0,2	1,9	899,8
Carvão vapor	0,09	0,09	0,10	0,05	0,4	-46,1
Carvão metalúrgico	0,00	0,01	0,06	0,03	0,3	-
Alcatrão	0,003	0,005	0,002	0,001	0,01	-79,5
Coque de carvão mineral	0,30	0,39	0,38	0,38	3,2	25,0
Gás natural	0,010	0,021	0,084	0,394	3,3	3805,5
Gás de refinaria	0,007	0,009	0,012	0,016	0,1	138,4
Outros energéticos de petróleo	0,016	0,021	0,053	0,052	0,4	219,2
Gás canalizado	0,001	0,001	0,000	0,000	-	-100,0
Gás de coqueria	0,006	0,006	0,006	0,006	0,05	10,8
Outras primárias fósseis	0,005	0,004	0,012	0,01	0,1	207,5
Total fóssil	**2,0**	**2,5**	**3,5**	**3,8**	**32,3**	**91,3**
Biomassa	**1990**	**1994**	**2000**	**2005**	**Participação 2005**	**Variação 1990-2005**
	(Gg)				**(%)**	
Lenha	3,04	2,72	2,69	3,12	26,2	2,4
Carvão vegetal	0,94	0,82	0,75	0,97	8,2	3,8
Bagaço	1,89	2,44	2,24	3,54	29,8	87,7
Resíduos vegetais	0,07	0,08	0,09	0,12	1,0	64,5
Lixívia	0,02	0,03	0,04	0,1	0,4	223,7
Álcool etílico	0,44	0,42	0,23	0,24	2,0	-44,6
Total biomassa	**6,39**	**6,49**	**6,04**	**8,04**	**67,7**	**25,9**
Total	**8,4**	**9,0**	**9,5**	**11,9**	**100**	**41,5**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 171 10/23/10 1:39 AM

O principal combustível foi o bagaço de cana (30%), seguido pela lenha (26%), pela gasolina (12%), pelo carvão vegetal (8,2%), pelo óleo diesel (7,2%) e pelo gás natural (3,3%). Dentre esses, verificam-se altas taxas de crescimento para o bagaço (88%), gasolina (118%), óleo diesel (60%) e gás natural (3.806%), embora a participação deste último seja de apenas 3,3% em 2005. No caso da lenha o aumento é mais modesto (2,4%), assim como para o carvão vegetal (3,8%).

Em termos de emissões subsetoriais (Tabela 3.13), o subsetor industrial foi o principal responsável pelas emissões de N_2O em 2005 (46%), sendo os subsetores de alimentos e bebidas (23%) e ferro-gusa e aço (10%) os mais importantes. Seguem os subsetores de transportes (24%), energético (13%) e residencial (12%). Dos subsetores que mais contribuíram para as emissões, todos apresentaram taxas de crescimento altas no período de 1990 a 2005, exceto o subsetor residencial, cujo crescimento se limitou a 3,0% no período.

As emissões de N_2O não estão muito concentradas em apenas um uso, combustível ou setor. Cruzando as três variáveis - equipamento, combustível e setor, identifica-se como principais emissores de N_2O as caldeiras do subsetor de alimentos e bebidas movidas a bagaço (22%) e do setor energético (12%) e a queima de lenha em fornos do subsetor residencial (12%). Outras emissões importantes provêm do consumo do transporte rodoviário – gasolina (13%), álcool etílico (2,1%) e diesel (5,6%) – e do consumo de carvão vegetal na indústria de ferro-gusa e aço (7,8%).

Tabela 3.13 Emissões de N_2O por subsetor

Emissões por Subsetor		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)	
Subsetor energético amplo	Centrais elétricas de serviço público	0,05	0,05	0,13	0,09	0,7	87,3
	Centrais elétricas autoprodutoras	0,04	0,05	0,08	0,08	0,7	91,6
	Carvoarias	-	-	-	-	-	-
	Consumo setor energético	1,18	1,31	0,97	1,40	11,8	19,0
Indústria	Cimento	0,12	0,09	0,17	0,16	1,3	27,7
	Ferro-gusa e aço	1,04	1,07	1,05	1,20	10,1	15,5
	Ferroligas	0,06	0,08	0,09	0,13	1,1	102,4
	Mineração e pelotização	0,02	0,03	0,04	0,06	0,5	159,0
	Não ferrosos	0,08	0,07	0,06	0,07	0,6	-16,6
	Química	0,12	0,11	0,11	0,10	0,8	-18,2
	Alimentos e bebidas	1,32	1,69	1,84	2,69	22,7	104,6
	Têxtil	0,05	0,03	0,03	0,03	0,2	-43,2
	Papel e celulose	0,31	0,37	0,43	0,50	4,2	59,9
	Cerâmica	0,28	0,28	0,30	0,31	2,6	9,2
	Outras	0,19	0,17	0,19	0,21	1,8	13,0
	Subtotal	**3,60**	**3,98**	**4,31**	**5,45**	**45,9**	**51,5**
Transporte	Aéreo	0,11	0,12	0,17	0,18	1,5	55,4
	Rodoviário	1,51	1,78	2,22	2,67	22,4	76,8
	Ferroviário	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	7,9
	Hidroviário	0,03	0,03	0,02	0,03	0,2	3,2
	Subtotal	**1,66**	**1,94**	**2,43**	**2,89**	**24,3**	**73,6**
Outros subsetores	Comercial	0,03	0,03	0,03	0,04	0,4	46,4
	Público	0,003	0,009	0,008	0,009	0,1	165,6
	Residencial	1,38	1,18	1,15	1,43	12,0	3,0
	Agropecuário	0,45	0,42	0,40	0,50	4,2	9,6
Total		**8,40**	**8,97**	**9,49**	**11,88**	**100**	**41,5**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 172 10/23/10 1:39 AM

Monóxido de Carbono

As emissões de monóxido de carbono ocorrem devido à combustão imperfeita nos equipamentos. Sua emissão revela ainda, em muitos casos, a ineficiência do uso dos combustíveis. É um composto químico nocivo à saúde, sendo um problema ambiental nos grandes conglomerados urbanos.

Em 2005, foram emitidos 11.282 Gg CO por queima de combustíveis, apresentando uma redução de 24% no período de 1990 a 2005. A Tabela 3.14 mostra que os combustíveis de biomassa foram as principais fontes emissoras de CO (72% em 2005). Observa-se a predominância das emissões provenientes do consumo de lenha, responsável por 44% das emissões totais de CO em 2005. No que se refere aos combustíveis fósseis, nota-se que os derivados de petróleo (gasolina e óleo diesel) e gás natural (em menor escala) são os principais combustíveis responsáveis pela emissão de CO. A gasolina e o óleo diesel, somados, são responsáveis por 26% das emissões de CO de combustíveis fósseis em 2005.

Tabela 3.14 Emissões de CO por combustível

Emissões por Combustível	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
Fóssil	(Gg)				(%)	
Gasolina	6.460	6.798	4.589	2.698	23,9	-58,2
Querosene de aviação	4,7	5,1	7,2	7,4	0,1	56,3
Querosene iluminante	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0003	-87,3
Óleo diesel	188,0	201,4	243,2	242,9	2,2	29,2
Óleo combustível	47,7	51,4	41,8	42,5	0,4	-10,9
GLP	2,8	3,4	5,4	4,4	0,04	57,9
Coque de petróleo	1,3	1,7	10,6	12,2	0,1	841,6
Carvão vapor	3,9	3,7	2,7	1,8	0,02	-54,4
Carvão metalúrgico	0,0	0,8	4,6	3,9	0,03	-
Alcatrão	0,4	0,6	0,2	0,1	0,001	-81,3
Coque de carvão mineral	45,3	59,4	57,5	56,7	0,50	25,0
Gás natural	6,2	7,9	18,4	45,3	0,4	630,4
Gás de refinaria	3,1	4,9	4,7	5,1	0,04	62,8
Outros energéticos de petróleo	0,4	0,5	1,3	1,3	0,01	254,2
Gás canalizado	0,4	0,1	0,1	0,0	-	-100,0
Gás de coqueria	3,9	4,5	4,0	4,1	0,04	4,8
Outras primárias fósseis	0,3	0,2	0,8	0,8	0,01	195,1
Total fóssil	**6.769**	**7.143**	**4.991**	**3.126**	**27,7**	**-53,8**
Biomassa	**1990**	**1994**	**2000**	**2005**	**Participação 2005**	**Variação 1990-2005**
	(Gg)				**(%)**	
Lenha	4.967	4.189	3.978	4.999	44,3	0,7
Carvão vegetal	1.120	967	866	1.121	9,9	0,1
Bagaço	812	1.055	973	1.538	13,6	89,4
Resíduos vegetais	38	39	45	54	0,5	41,4
Lixívia	0,8	1,4	1,8	2,7	0,02	223,7
Álcool etílico	1.214	1.044	560	442	3,9	-63,6
Total biomassa	**8.150**	**7.295**	**6.423**	**8.156**	**72,3**	**0,1**
Total	**14.919**	**14.438**	**11.415**	**11.282**	**100**	**-24,4**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 173 10/23/10 1:39 AM

Em relação às emissões totais, o combustível que mais se destaca é a lenha, a despeito da baixa taxa de crescimento apresentada no período de 1990 a 2005. Seguem o bagaço (14%), a gasolina (24%), o carvão vegetal (10%) e o álcool etílico (3,9%). A redução das emissões no caso da gasolina (-58% entre 1990 e 2005) se deve a mudanças tecnológicas na frota de veículos leves, acarretando em redução progressiva dos fatores de emissão médios.

Em termos de emissões subsetoriais (Tabela 3.15) predominam as emissões do subsetor residencial, principal responsável pelas emissões de CO em 2005 (32%). Segue-se o subsetor de transportes com 30% das emissões, sendo o transporte rodoviário responsável por 29% das emissões totais. No período de 1990 a 2005 as emissões de CO do subsetor de transportes decresceram 57%, enquanto as do subsetor industrial aumentaram 47%.

Cruzando as informações sobre emissões subsetoriais e emissões por combustíveis constata-se que a lenha queimada nos fornos do subsetor residencial é responsável pela maior parcela das emissões de CO (31%), seguida pela gasolina, consumida no transporte rodoviário, cuja participação nas emissões totais em 2005 foi de 24%.

Tabela 3.15 Emissões de CO por subsetor

Emissões por Subsetor		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				%	
Subsetor energético amplo	Centrais elétricas de serviço público	7	9	20	31	0,3	314,7
	Centrais elétricas autoprodutoras	13	14	24	24	0,2	87,3
	Carvoarias	1.070	918	777	1.019	9,0	-4,8
	Consumo setor energético	492	551	411	596	5,3	21,1
Indústria	Cimento	68	51	52	48	0,4	-28,5
	Ferro-gusa e aço	781	715	679	867	7,7	11,1
	Ferroligas	61	74	78	105	0,9	71,9
	Mineração e pelotização	10	3	4	6	0,1	-36,8
	Não ferrosos	47	25	6	9	0,1	-81,6
	Química	18	17	6	7	0,1	-61,1
	Alimentos e bebidas	366	550	627	1.014	9,0	177,0
	Têxtil	6	5	4	4	0,04	-30,4
	Papel e celulose	33	36	42	54	0,5	61,3
	Cerâmica	144	136	146	154	1,4	6,9
	Outras	40	32	33	39	0,3	-2,7
	Subtotal	**1.573**	**1.645**	**1.677**	**2.307**	**20,5**	**46,7**
Transporte	Aéreo	35	38	44	34	0,3	-3,5
	Rodoviário	7.783	7.967	5.303	3.302	29,3	-57,6
	Ferroviário	22	17	17	24	0,2	7,1
	Hidroviário	46	47	39	47	0,4	3,2
	Subtotal	**7.886**	**8.069**	**5.402**	**3.407**	**30,2**	**-56,8**
Outros subsetores	Comercial	33	33	32	32	0,3	-0,6
	Público	1	1	0,4	0,3	0,002	-79,1
	Residencial	3.522	2.976	2.874	3.602	31,9	2,3
	Agropecuário	321	223	198	263	2,3	-18,3
Total		**14.919**	**14.438**	**11.415**	**11.282**	**100**	**-24,4**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 174 10/23/10 1:39 AM

Óxidos de Nitrogênio

As emissões de NO_x, gás de efeito estufa indireto, são também um fator importante de poluição causando uma série de efeitos negativos à saúde, inclusive contribuindo para a formação de chuva ácida.

Diferentemente do que se observou no comportamento das emissões dos demais gases não-CO_2 até agora considerados, as emissões de NO_x estão mais diretamente relacionadas aos combustíveis fósseis por envolverem altas temperaturas de queima (90% de participação nas emissões totais em 2005).

Em 2005, foram emitidos 2.388 Gg NO_x por queima de combustíveis. A taxa de crescimento das emissões foi de 34% no período de 1990 a 2005. A Tabela 3.16 confirma que as principais fontes emissoras de NO_x são os combustíveis fósseis, com elevada taxa de crescimento no período de 1990 a 2005 (40%). O principal combustível em termos de emissões é o óleo diesel (49%). Seguem o gás natural (15%), a gasolina (6,4%), o óleo combustível (5,2%). Apresentaram crescimento significativo no período o coque de petróleo (848%), embora represente apenas 3,4% das emissões em 2005, o gás natural (342%), elevando sua participação no total de emissões de 4,3% em 1990 para 14,7% em 2005, outros energéticos de petróleo (233%) e lixívia (226%).

Tabela 3.16 Emissões de NO_x por combustível

Emissões por Combustível	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
Fóssil	**(Gg)**				**(%)**	
Gasolina	167	211	202	152	6,4	-9,3
Querosene de aviação	12	13	19	19	0,8	53,5
Querosene iluminante	1	1	0,5	0,2	0,01	-87,5
Óleo diesel	900	999	1.168	1.166	48,8	29,6
Óleo combustível	172	187	164	124	5,2	-27,8
GLP	16	22	41	30	1,3	81,6
Coque de petróleo	9	11	71	82	3,4	847,7
Carvão vapor	54	55	88	36	1,5	-32,6
Carvão metalúrgico	-	5	23	14	0,6	-
Alcatrão	3	4	1	1	0,02	-80,1
Coque de carvão mineral	7,5	9,9	10	9	0,39	25,0
Gás natural	81	99	201	359	15,0	341,6
Gás de refinaria	42	64	60	66	2,8	58,4
Outros energéticos de petróleo	6	8	20	20	0,8	232,7
Gás canalizado	3	0,5	0,3	-	-	-100,0
Gás de coqueria	51	59	51	52	2,2	3,0
Outras primárias fósseis	3	3	8	10	0,4	204,7
Total fóssil	**1.528**	**1.752**	**2.129**	**2.140**	**89,6**	**40,0**
Biomassa	**1990**	**1994**	**2000**	**2005**	**Participação 2005**	**Variação 1990-2005**
	(Gg)				**(%)**	
Lenha	87	76	75	88	3,7	1,1
Carvão vegetal	26	22	20	26	1,1	1,8
Bagaço	32	42	38	61	2,5	88,1
Resíduos vegetais	1,3	1,4	1,7	2,0	0,1	55,2
Lixívia	10	16	21	31	1,3	226,0
Álcool etílico	97	87	48	40	1,7	-59,0
Total biomassa	**253**	**245**	**205**	**248**	**10,4**	**-2,0**
Total	**1.781**	**1.996**	**2.334**	**2.388**	**100**	**34,1**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 175 10/23/10 1:39 AM

Em termos de emissões subsetoriais em 2005 (Tabela 3.17), o subsetor transportes foi o principal responsável pelas emissões de NO_x (55%), sendo 50% referente ao transporte rodoviário. Seguem os subsetores industrial (23%) e energético (19%). Os subsetores que mais contribuíram para as emissões apresentaram altas taxas de crescimento no período de 1990 a 2005: transportes (13%), industrial (70%) e energético (106%). Cruzando as três variáveis - equipamento, combustível e subsetor - identifica-se que as emissões estão muito concentradas no uso motor no transporte rodoviário: óleo diesel (42%), gasolina (6,4%) e álcool etílico (1,7%).

Tabela 3.17 Emissões de NO_x por subsetor

Emissões por Subsetor		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)	
Subsetor energético amplo	Centrais elétricas de serviço público	61	72	161	147	6,2	141,3
	Centrais elétricas autoprodutoras	17	21	44	45	1,9	157,8
	Carvoarias	3	2	2	3	0,1	-4,8
	Consumo setor energético	141	165	199	262	11,0	86,2
Indústria	Cimento	38	33	55	44	1,8	15,5
	Ferro-gusa e aço	95	113	128	142	5,9	49,1
	Ferroligas	3	3	5	7	0,3	168,6
	Mineração e pelotização	9	11	24	29	1,2	210,6
	Não ferrosos	17	20	35	54	2,3	219,9
	Química	41	45	52	34	1,4	-16,7
	Alimentos e bebidas	42	49	56	72	3,0	72,0
	Têxtil	5	4	4	5	0,2	-1,8
	Papel e celulose	21	28	37	46	1,9	116,7
	Cerâmica	20	27	42	59	2,5	200,8
	Outras	29	33	48	50	2,1	72,3
	Subtotal	**320**	**366**	**486**	**542**	**22,7**	**69,5**
Transporte	Aéreo	13	14	20	20	0,8	50,7
	Rodoviário	1.066	1.206	1.283	1.203	50,4	12,9
	Ferroviário	26	21	20	28	1,2	7,8
	Hidroviário	68	71	58	71	3,0	3,2
	Subtotal	**1.173**	**1.311**	**1.381**	**1.322**	**55,4**	**12,6**
Outros subsetores	Comercial	4	3	4	3	0,1	-24,7
	Público	1	3	3	2	0,1	150,9
	Residencial	53	48	48	55	2,3	3,4
	Agropecuário	8	6	6	8	0,3	-5,9
Total		**1.781**	**1.996**	**2.334**	**2.388**	**100**	**34,1**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 176 10/23/10 1:39 AM

Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos

As emissões de compostos orgânicos voláteis que não o metano (NMVOC) estão quantificadas na Tabela 3.18, que indica uma redução de 6,2% das emissões totais no período de 1990 a 2005. Em 2005, foram emitidos 958 Gg NMVOC por queima de combustíveis.

A Tabela 3.18 mostra que predominam as emissões derivadas do uso de fontes da biomassa (73%), as quais apresentam uma redução de 7,7% no período de 1990 a 2005. A maior contribuição dos combustíveis da biomassa para as emissões de NMVOC fica por conta da lenha, que detém 61% das emissões totais em 2005. No que tange as emissões dos combustíveis fósseis, verifica-se também uma redução, nesse caso de 1,9%, no período. Em 2005 predominam as emissões do óleo diesel, que participa com 9,5% das emissões totais e gasolina, com 15% das emissões. Observa-se, no período de 1990 a 2005, uma redução das emissões de NMVOC derivadas do consumo da gasolina de 183 para 140 Gg e, no caso do óleo diesel, um aumento de 59 para 91 Gg.

Tabela 3.18 Emissões de NMVOC por combustível

Emissões por Combustível	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
Fóssil	**(Gg)**				**(%)**	
Gasolina	183	222	194	140	14,6	-23,9
Querosene de aviação	2,4	2,5	3,6	3,7	0,4	56,3
Querosene iluminante	0,04	0,03	0,01	0,01	0,001	-87,1
Óleo diesel	59	65	82	91	9,5	54,6
Óleo combustível	8,4	9,1	7,7	8,1	0,8	-3,6
GLP	1,2	1,3	1,6	1,5	0,2	28,9
Coque de petróleo	0,1	0,1	0,7	0,8	0,1	877,3
Carvão vapor	1,0	0,9	0,8	0,5	0,05	-55,0
Carvão metalúrgico	0,0	0,2	1,0	0,7	0,1	-
Alcatrão	0,030	0,04	0,02	0,007	0,001	-76,9
Coque de carvão mineral	3,4	4,5	4,4	4,3	0,45	25,0
Gás natural	0,5	0,6	1,4	3,2	0,3	580,7
Gás de refinaria	0,3	0,4	0,6	0,8	0,1	138,4
Outros energéticos de petróleo	0,1	0,2	0,5	0,4	0,05	224,8
Gás canalizado	0,1	0,0	0,0	0	-	-100,0
Gás de coqueria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,03	10,8
Outras primárias fósseis	0,1	0,1	0,2	0,2	0,02	212,3
Total fóssil	**260**	**307**	**298**	**255**	**26,7**	**-1,9**
Biomassa	**1990**	**1994**	**2000**	**2005**	**Participação 2005**	**Variação 1990-2005**
	(Gg)				**(%)**	
Lenha	590	504	453	582	60,7	-1,4
Carvão vegetal	26	22	20	26	2,7	1,8
Bagaço	24	31	29	45	4,7	89,2
Resíduos vegetais	1	1	1	1	0,2	64,5
Lixívia	0,3	0,5	1	1	0,1	223,7
Álcool etílico	121	108	58	48	5,0	-60,5
Total biomassa	**761**	**667**	**562**	**703**	**73,3**	**-7,7**
Total	**1.022**	**974**	**860**	**958**	**100**	**-6,2**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 177 10/23/10 1:39 AM

Em termos de emissões subsetoriais, em 2005 (Tabela 3.19), o setor energético foi o principal responsável pelas emissões de NMVOC (34%), com predominância das carvoarias (32%). Seguiram os subsetores de transportes, em função do transporte rodoviário (28%), e residencial (22%). Observa-se um pequeno aumento nas emissões do subsetor residencial (3,2%) e uma redução no subsetor de transportes de 22%. O setor energético, por sua vez, apresentou uma queda de 3% das suas emissões entre 1990 e 2005. Cruzando as três variáveis - equipamento, combustível e subsetor - identifica-se que os veículos a gasolina (15%), a lenha consumida nas carvoarias (32%), os veículos rodoviários a álcool etílico (5,0%), os fornos a lenha do setor residencial (22%) e os veículos rodoviários a óleo diesel (8,6%) foram os principais emissores de NMVOC.

Tabela 3.19 Emissões de NMVOC por subsetor

Emissões por Subsetor		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)	
Subsetor energético amplo	Centrais elétricas de serviço público	0,4	0,4	1,1	1,2	0,1	246,2
	Centrais elétricas autoprodutoras	0,6	0,7	1,2	1,4	0,1	122,8
	Carvoarias	321	275	233	306	31,9	-4,8
	Consumo setor energético	15	17	13	19	1,9	24,0
Indústria	Cimento	2,2	1,7	1,6	1,5	0,2	-33,3
	Ferro-gusa e aço	22	21	21	25	2,6	12,7
	Ferroligas	1,5	1,9	2,0	2,7	0,3	74,6
	Mineração e pelotização	0,3	0,3	0,6	0,9	0,1	148,2
	Não ferrosos	1,3	0,9	0,6	0,7	0,1	-49,7
	Química	1,4	1,3	1,0	0,9	0,1	-34,6
	Alimentos e bebidas	14	19	22	33	3,4	135,6
	Têxtil	0,8	0,7	0,6	0,6	0,1	-23,4
	Papel e celulose	2,5	2,9	3,5	4,2	0,4	68,3
	Cerâmica	3,6	3,5	3,8	4,0	0,4	11,7
	Outras	1,7	1,5	1,7	1,9	0,2	11,3
	Subtotal	**51**	**55**	**57**	**75**	**7,8**	**45,9**
Transporte	Aéreo	3,0	3,2	4,3	4,2	0,4	42,1
	Rodoviário	354	387	326	270	28,1	-23,9
	Ferroviário	4,4	3,4	3,4	4,7	0,5	7,9
	Hidroviário	9,1	9,4	7,8	9,4	1,0	3,2
	Subtotal	**371**	**403**	**342**	**288**	**30,0**	**-22,4**
Outros subsetores	Comercial	3,3	2,7	2,3	2,3	0,2	-30,4
	Público	0,1	0,2	0,2	0,1	0,01	20,2
	Residencial	204	173	168	210	21,9	3,2
	Agropecuário	55	47	42	56	5,8	1,0
Total		**1.022**	**974**	**860**	**958**	**100**	**-6,2**

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 178 10/23/10 1:39 AM

3.1.3 Emissões fugitivas

3.1.3.1 Emissões fugitivas da mineração de carvão

Nesta seção são apresentadas as estimativas das emissões de gases de efeito estufa da indústria de carvão mineral, nas operações de mineração e beneficiamento, para o período de 1990 a 2005. As estimativas compreendem as emissões fugitivas de CH_4 das minas a céu aberto e subterrâneas e das atividades pós-mineração (tanto das minas subterrâneas quanto das minas a céu aberto). Além dessas, são também estimadas as emissões de CO_2 provenientes da queima espontânea nas pilhas de rejeito. No período compreendido entre 1990 e 2005, não foram registrados no Brasil casos envolvendo a recuperação de gases e conversão térmica em empresas de mineração de carvão, sendo desconsiderada esta categoria para a aplicação da metodologia do IPCC 1996.

O carvão mineral é formado a partir do soterramento e da decomposição de matéria vegetal. Gradualmente, esses materiais, ao sofrerem soterramento e compactação em bacias de deposição, apresentam enriquecimento do teor de carbono. Fatores externos, tais como pressão, temperatura, e tempo de exposição, determinam as características do carvão, incluindo o grau de carbonificação desses combustíveis.

A produção de carvão mineral no Brasil ocorre nos três estados do sul do país, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, onde estão localizadas as principais reservas minerais de carvão. O Rio Grande do Sul é o estado que possui as maiores reservas geológicas, seguido por Santa Catarina e depois pelo Paraná. O perfil da qualidade do carvão brasileiro varia do sul para o norte, com a diminuição do teor de cinzas – aumento do poder calorífico e aumento do teor de enxofre, com necessidade de controle ambiental devido as emissões de SO_x (óxidos de enxofre – SO_2 e SO_3).

É inerente ao processo de formação de carvão a geração de CH_4, que é liberado para a atmosfera no processo de mineração. A quantidade de CH_4 liberada durante a mineração é função inicialmente da classificação do carvão, da profundidade em que o mesmo se encontra, do seu conteúdo de gás e do método de mineração. Emissões de CO_2 também podem ocorrer como consequência da queima de carvão em depósitos e pilhas de rejeitos.

Dois tipos de carvão mineral são produzidos no Brasil: o carvão energético, também chamado de carvão vapor, de aplicação industrial na geração de vapor e energia; e o carvão metalúrgico, de aplicação industrial nas indústrias siderúrgicas. O que se observa é que houve um aumento significativo da produção de carvão energético no período de 1990 a 2005. O carvão metalúrgico, por sua vez, já é em sua maior parte importado.

A dependência brasileira do carvão metalúrgico importado passou de 77,8% em 1990 para 80,1% em 2005. No início dos anos 80 deu-se início à substituição do carvão metalúrgico nacional na siderurgia pelo carvão importado. Em 1990, devido à desregulamentação das importações, foram encerradas as atividades do maior produtor de carvão metalúrgico nacional, cuja produção se baseava no carvão das minas de Santa Catarina.

As emissões são apresentadas para os estados produtores (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) e em sua totalidade no país. Atualmente no Brasil, estão sendo realizados estudos referentes ao teor de metano no carvão, com o intuito de desenvolver tecnologias mais limpas para obtenção de energia a partir do carvão mineral. O interesse está voltado para a quantidade de metano que pode ser extraída da camada de carvão (*in situ*), sem passar pela remoção física da camada de carvão, favorecendo o aprisionamento do CO_2 no leito.

A produção total de carvão ROM no Brasil está demonstrada na Tabela 3.20. Pode-se observar o aumento deste valor em 2005, sendo 60,1% da produção de carvão mineral provenientes das minas subterrâneas e 39,9%, das minas a céu aberto. Os dados utilizados para o desenvolvimento deste trabalho e aplicação da metodologia do IPCC foram obtidos junto a fontes oficiais dos órgãos nacionais de governo, especificamente o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, vinculado ao Ministério de Minas e Energia - MME. Essas publicações foram extintas em 2000, o que motivou a revisão da base de dados e a realização de uma consulta ao Relatório Anual de Lavra – RAL, informado pelo setor ao DNPM.

Os dados de produção de carvão ROM foram obtidos dos Informativos Anuais da Indústria Carbonífera / DNPM, com detalhamento por mina. Entretanto, para o ano de 1997, não existem dados detalhados por minas para os estados do Rio Grande do Sul e Paraná e para o ano de 2000 não há dados para todos os estados. O Anuário Mineral Brasileiro do DNPM fornece a produção de carvão ROM por estado, para o período de 1996 a 2000 e dos produtos beneficiados no período de 1996 a 2005. Uma vez que os dados de ROM do Anuário para 1999 e 2000 aumentaram muito em relação aos anos anteriores e não há continuidade a partir de então, decidiu-se não utilizar os valores de produção de ROM desse Anuário.

A participação do carvão mineral e de seus subprodutos na oferta de energia primária no Brasil passou de 6,8% em 1990 para 6,4% em 2005. A participação do carvão mineral na oferta de energia primária supera a produção nacional, devido à importação por diversos setores.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 179 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.20 Produção de carvão *run-of-mine*

Carvão Run-Of-Mine (ROM)	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	Produção (t)				(%)
Minas a céu aberto					
Rio Grande do Sul	3.577.545	3.643.478	5.950.038	4.250.367	18,8
Santa Catarina	21.970	397.972	383.873	131.720	499,5
Paraná	0	0	0	0	NA
Total minas a céu aberto	**3.599.515**	**4.041.450**	**6.333.911**	**4.382.087**	**21,7**
Minas subterrâneas					
Rio Grande do Sul	213.527	111.134	53.058	0	-100,0
Santa Catarina	6.231.261	5.255.499	5.571.109	6.300.417	1,1
Paraná	239.313	304.657	108.225	287.573	20,2
Total minas subterrâneas	**6.684.101**	**5.671.290**	**5.732.392**	**6.587.990**	**-1,4**
Total Brasil	**10.283.616**	**9.712.740**	**12.066.303**	**10.970.077**	**6,7**

Emissões de Metano

O teor de metano presente no carvão está relacionado com fatores como *rank* (grau de carbonificação da matéria vegetal de origem), profundidade da camada e propriedades físico-químicas, dentre outras. Porém, existem fatores geológicos relevantes que afetam o equilíbrio dinâmico do metano presente na camada de carvão.

Para este Inventário, houve um esforço inicial em busca de fatores de emissão que refletissem melhor a realidade brasileira da mineração e do beneficiamento do carvão mineral. Os fatores de emissão sugeridos pelo IPCC foram confrontados com medições realizadas em algumas camadas de carvão tanto do Rio Grande do Sul, quanto de Santa Catarina. Foi feita uma correlação entre as características geológicas das minas/camadas amostradas, com as suas características referentes à quantidade e qualidade do carvão ROM (*run-of--mine*) e também do carvão energético produzido no país.

Os resultados obtidos através do desenvolvimento da parte experimental indicam que o carvão brasileiro apresenta um fator de emissão de metano menor que os fatores mínimos indicados pelo IPCC. No entanto, ainda se considera a necessidade de definir valores efetivamente representativos para as minas do Brasil, focados especificamente nas emissões fugitivas decorrentes da extração de carvão.

Pelo que foi observado, não se detectou a correlação que se esperava encontrar entre carvão com maior *rank* e emissões. Em virtude dos resultados consideravelmente inferiores aos intervalos dos fatores de emissão da abordagem *Tier* 1 do *Guidelines* 1996 e do fato de serem as primeiras pesquisas sobre fatores de emissão nacionais para o carvão mineral, optou-se por adotar os fatores de emissão mínimos da abordagem *Tier* 1, não só para a pós-mineração, mas, coerentemente, para a mineração também. Tal medida visa resguardar a confiabilidade dos valores a serem calculados, considerando-se que a parte experimental apontou divergências entre o comportamento previsto conceitualmente para as emissões de metano e os resultados efetivamente encontrados nas minas amostradas. Para o caso de minas a céu aberto, o valor mínimo nulo para a pós-mineração foi descartado, tendo sido utilizado um valor arbitrado, de modo que emissões medidas não fossem desconsideradas. Sendo assim, buscou-se adotar os fatores de emissão que mais se aproximavam da realidade nacional. Os fatores adotados neste Inventário estão na Tabela 3.21.

As emissões totais de CH_4 são exibidas na Tabela 3.22. Desse total, as minas subterrâneas contribuíram com 89,8%, as minas a céu aberto com 1,8% e as emissões das atividades pós-mineração com 8,4%.

Tabela 3.21 Fatores de emissão para emissões fugitivas de CH_4

Fatores de emissão para emissões fugitivas de metano do carvão mineral	BAIXO NÍVEL DE EMISSÃO	
	Mineração	Pós-mineração
	(m_3 CH_4/t carvão)	
Minas subterrâneas	10	0,9
Minas a céu aberto	0,3	0,05

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 180 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.22 Emissões de CH_4 das minas de carvão

Emissões da mineração e pós-mineração do carvão	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990/2005
	Gg CH_4				%	
Mineração a céu aberto						
Rio Grande do Sul	0,72	0,73	1,20	0,85	1,7	18,8
Santa Catarina	0,004	0,080	0,077	0,026	0,1	499,5
Paraná	-	-	-	-	0,0	NA
Total	**0,72**	**0,81**	**1,27**	**0,88**	**1,8**	**21,7**
Mineração subterrânea						
Rio Grande do Sul	1,43	0,74	0,36	0,00	0,0	-100,0
Santa Catarina	41,75	35,21	37,33	42,21	85,9	1,1
Paraná	1,60	2,04	0,73	1,93	3,9	20,2
Total	**44,78**	**38,00**	**38,41**	**44,14**	**89,8**	**-1,4**
Pós-mineração						
Rio Grande do Sul	0,25	0,19	0,23	0,14	0,3	-42,7
Santa Catarina	3,76	3,18	3,37	3,80	7,7	1,2
Paraná	0,14	0,18	0,07	0,17	0,4	20,2
Total	**4,15**	**3,56**	**3,67**	**4,12**	**8,4**	**-0,8**
Total Brasil	**49,66**	**42,37**	**43,35**	**49,14**	**100**	**-1,0**

Emissões de dióxido de carbono

O carbono presente no carvão mineral pode ser convertido em emissões de CO_2 a partir da combustão espontânea na armazenagem e nos rejeitos, bem como no consumo final. Considera-se neste Inventário que todo o carvão ROM extraído foi processado, resultando em carvão lavado e rejeitos. Para a avaliação das emissões de CO_2 decorrentes da combustão espontânea em pilhas de rejeito, estimou-se a quantidade do rejeito por meio dos registros nas empresas, dos balanços de massa e do teor médio de carbono no carvão mineral ROM e nos produtos beneficiados. Nessa avaliação, foi considerado o carvão ROM como um produto que não permanece como tal na mina após a extração, sendo imediatamente beneficiado ou vendido.

Um fator limitante para os cálculos das emissões de CO_2 é o desconhecimento do tempo de estocagem dos carvões *run-of-mine* e lavado, bem como das pilhas de rejeito. Considerou-se para este trabalho, que as minas só produzem carvão sob encomenda ou com mercado consumidor garantido e, portanto, não administram estoques. Considerou-se, também, que todo o carbono presente no carvão ROM foi transferido tanto para os produtos beneficiados quanto para os rejeitos, sendo as perdas do processo contabilizadas nos rejeitos. Como em Santa Catarina também ocorreu o re-beneficiamento de rejeitos, foram estimados os percentuais de carbono presentes nesses rejeitos e o carbono assim calculado foi acrescentado ao carbono no carvão *run-of-mine* para o balanço de massa. Para o cálculo das emissões de CO_2, utilizou-se um fator de oxidação de 50% para os rejeitos.

As estimativas das emissões de CO_2 dos depósitos de carvão e pilhas de rejeitos podem ser observadas na Tabela 3.23 separadamente e para os estados produtores.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 181 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.23 Emissões de CO_2 dos depósitos de carvão e pilhas de rejeito

Cálculo das emissões de CO_2 das pilhas de rejeito	1990	1994	2000	2005	Variação 1990/2005
Carbono no carvão Run-of-Mine (t)					**(%)**
Rio Grande do Sul	890.966	915.713	1.437.521	903.529	1,4
Santa Catarina	1.438.429	1.386.489	1.390.053	1.396.938	-2,9
Paraná	58.870	69.271	24.892	66.142	12,4
Brasil	**2.388.265**	**2.371.473**	**2.852.467**	**2.366.608**	**-0,9**
Carbono nos produtos (t)					**(%)**
Rio Grande do Sul	785.152	808.804	1.110.518	935.743	19,2
Santa Catarina	812.407	768.842	1.013.524	910.669	12,1
Paraná	52.684	58.549	24.167	30.429	-42,2
Brasil	**1.650.244**	**1.636.195**	**2.148.209**	**1.876.842**	**13,7**
Carbono nos rejeitos (t)					**(%)**
Rio Grande do Sul	105.814	106.909	327.004	0	-100,0
Santa Catarina	626.022	617.647	376.529	486.268	-22,3
Paraná	6.186	10.722	725	35.712	477,3
Brasil	**738.022**	**735.278**	**704.258**	**521.981**	**-29,3**
Emissões (Gg CO_2)	**1.353,0**	**1.348,0**	**1.291,1**	**957,0**	**-29,3**

3.1.3.2 Emissões fugitivas do petróleo e do gás natural

Nesta categoria estão incluídas as emissões da produção, processamento, transporte e uso do petróleo e do gás natural e da combustão não relacionada à produção. São estimadas, portanto, as emissões antrópicas de CO_2, CH_4 e N_2O devido às atividades de petróleo e gás natural. As áreas cujas fontes de emissões fugitivas estão contempladas são: Exploração e Produção - E&P, Refino e Transporte.

As emissões associadas ao petróleo e ao gás natural incluem as emissões fugitivas de CH_4 durante a extração de petróleo e gás natural (*venting*), durante o transporte e distribuição em dutos e navios e durante seu processamento nas refinarias. São também consideradas as emissões de CO_2 por combustão não útil (*flaring*) nas plataformas de extração de petróleo e gás natural e nas unidades de refinarias. Foram contemplados os seguintes processos e equipamentos:

- E&P: Ventilação de gás, tanques de *flash* de metano, processo de desidratação a glicol, processo de remoção de CO_2 do gás (MEA/DEA), passagens de *pig* em linhas, fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros) e *flare*;

- Refino: Regenerador do FCC, Unidades de Geração de Hidrogênio - UGH, fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros) e *flare* e;

- Transporte: descompressão de linhas, fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros), gasoduto e *flare*.

O uso de óleo e gás natural, ou de seus derivados, para uso interno na produção de energia e transporte é considerado como combustão e, portanto, tratado em outra seção do setor energético.

Dados de produção de óleo condensado e líquidos de gás natural - LGN foram utilizados nos cálculos de emissões fugitivas da área de Exploração e Produção - E&P, e para as estimativas de emissões da área de Refino foram utilizados dados de volume de carga processada nas refinarias. Os dados foram obtidos no SIGEA/Petrobras para anos de 2003 a 2005. Em anos anteriores a 2003 o SIGEA/Petrobras ainda não estava implementado. Deste modo, foi feita uma extrapolação das emissões, tomando-se como base os dados de produção de óleo e gás para a área de E&P e carga de petróleo processado para o Refino. Os dados de produção de óleo e gás foram obtidos na página de internet da Petrobras para o período completo do Inventário e são apresentados na Tabela 3.24 para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 182 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.24 Produção de óleo condensado e líquidos de gás natural

Produção	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Mbpd*)				(%)	
Óleo condensado	631.256	668.024	1.234.454	1.604.413	95,3	154,2
LGN	22.372	24.809	36.270	79.642	4,7	256,0
Total	**653.628**	**692.832**	**1.270.725**	**1.684.054**	**100**	**157,6**

* bpd - Barris por dia.

A carga processada nas refinarias foi obtida na página de internet da Petrobras entre os anos de 1998 e 2008. Para os anos entre 1990 e 1997 o volume de carga processada foi obtido no BEN. Os dados para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005 podem ser observados na Tabela 3.25.

Tabela 3.25 Volume de petróleo processado nas refinarias da Petrobras

1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
(Mbpd)				(%)
1.174	1.266	1.626	1.829	55,8

A Tabela 3.26 mostra as emissões estimadas de acordo com a metodologia *Tier* 2 (IPCC, 1997). As emissões de CH_4 incluem as que são liberadas durante a produção de petróleo e gás natural (*venting*), transporte, refino e estocagem. No que se refere às emissões de CH_4, nota-se uma participação maior da área da E&P nas emissões totais do subsetor, tendo sua participação aumentada de 84% em 1990 para 90% em 2005. As emissões de CO_2 são aquelas relacionadas às atividades de *flaring*. Como consequência do aumento da produção, observa-se, no período de 1990 a 2005, um aumento de 110% nas emissões totais de CO_2. No caso das emissões fugitivas de N_2O, também há uma participação maior da E&P. No período do Inventário, a E&P tem sua participação aumentada, aproximando-se de 90% em 2005.

Tabela 3.26 Emissões fugitivas de petróleo e gás natural

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
CO_2	6.224,7	6.680,2	9.578,6	12.797,5	105,6
CH_4	41,7	44,4	78,2	147,9	254,5
N_2O	0,069	0,073	0,126	0,218	217,6

A produção de óleo condensado apresenta um crescimento de 154% no período de 1990 a 2005, enquanto a de LGN cresce 256%, o que se reflete em aumento de emissões fugitivas da área de E&P. No que se refere às atividades de E&P, as emissões fugitivas de CO_2, CH_4 e de N_2O aumentaram, respectivamente, 243%, 278% e 256% no período entre 1990 e 2005.

As emissões referentes às atividades de refino também apresentam crescimento no intervalo de 1990 a 2005. Em termos de produção, observa-se um aumento do volume de carga processada nas refinarias da Petrobras de 56%, aumentando de $68.136x10^3$ m^3/ano em 1990 para $106.138x10^3 m^3$/ano em 2005. Por consequência, as emissões fugitivas da área de refino aumentam 53,5% para o CO_2, 62,8% para o CH_4 e 64,1% para o N_2O.

parte2-cap3-subcapitulo3.1.indd 183 10/23/10 1:39 AM













Processos Industriais

3.2 Processos Industriais

O setor industrial é responsável por uma parte das emissões de CO_2 por queima de combustíveis fósseis. Além dessas emissões, que são incluídas no item 3.1.2, referente ao setor de Energia, algumas indústrias geram gases de efeito estufa como subproduto dos seus processos produtivos.

Os principais processos industriais que geram emissões de CO_2 no Brasil são a siderurgia, a produção de cimento, a produção de cal, a produção de alumínio e a produção de amônia. Emissões de N_2O ocorrem principalmente no processo de produção de ácido adípico. Durante a produção de alumínio podem ocorrer emissões de PFCs (CF_4 e C_2F_6). Emissões de HFCs ocorrem durante a sua utilização no setor de refrigeração e durante a produção de HCFC-22. Durante a produção de alumínio, também ocorrem emissões de CO. O principal processo gerador de NO_x é a produção de papel e celulose. O subsetor de alimentos e bebidas é responsável pela grande maioria das emissões de NMVOC pelos processos industriais.

3.2.1 Produtos minerais

3.2.1.1 Produção de cimento

Em 2007, o Brasil ocupava a 10ª posição na produção de cimento no mundo, com 1,7% da produção mundial, e era o maior produtor de cimento da América Latina, com 30% da produção da região. O cimento é produzido em diversas Unidades da Federação, sendo Minas Gerais o maior estado produtor, com 24,3% do total produzido no país em 2008. São Paulo ficou em segundo lugar, com 15,7%, seguido pelo Paraná, com 10,2%, e Rio de Janeiro, com 6%. Os demais estados produziram 43,7%.

O cimento Portland é, basicamente, uma mistura de clínquer com gesso. O clínquer é obtido a partir da calcinação de calcário ($CaCO_3$), processo onde ocorrem as emissões de CO_2. Em 2005, a produção de cimento foi de 39 milhões de toneladas e a de clínquer, 26 milhões de toneladas. A Tabela 3.27 apresenta um resumo dos dados para o período de 1990 a 2005.

Tabela 3.27 Produção de cimento e clínquer

Produto	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10^3t)				(%)
Cimento	25.848	25.230	39.901	38.706	49,7
Clínquer	20.161	18.412	29.227	26.307	30,5

Fonte: Sindicato Nacional das Indústrias de Cimento – SNIC, 2009.

Em escala mundial, aproximadamente 90% das emissões de CO_2 oriundas da fabricação de cimento ocorrem durante a produção de clínquer, seja na calcinação/descarbonatação da matéria-prima, seja com a queima de combustíveis no interior do forno. A parcela restante resulta do transporte de matérias-primas e das emissões pelo consumo de energia elétrica na fábrica. As emissões relatadas neste Setor de Processos Industriais são apenas as da calcinação/descarbonatação da matéria-prima.

A indústria do cimento nacional tem tradição no uso de cimentos com adições, com aproveitamento de subprodutos de outras atividades (como escórias siderúrgicas e cinzas de termelétricas) e matérias-primas alternativas. Essa adição é realizada há mais de 50 anos no país, prática que só mais recentemente vem sendo adotada no mundo e que, além de diversificar as aplicações e características específicas do cimento, propicia a redução das emissões de CO_2, tanto pela diminuição da produção de clínquer, quanto pela redução do uso de combustíveis fósseis.

Mais de 90% do cimento brasileiro apresenta-se misturado a outros compostos, tendo havido uma redução no conteúdo médio de clínquer no cimento de 78% em 1990 para 68% em 2005, indicando uma substituição acima da média mundial. O valor *default* do IPCC para o conteúdo de clínquer no cimento é de 98%.

Por esse motivo as emissões de CO_2 na indústria do cimento foram estimadas a partir da produção de clínquer e não a partir da produção de cimento. No presente inventário foi utilizada uma metodologia mais detalhada, a partir de estudos realizados desde 2001 com base na metodologia setorial adotada pela *Cement Sustainability Initiative* - CSI e compatível com a abordagem *Tier* 3 do *Guidelines* 2006. Os resultados estão resumidos na Tabela 3.28.

Tabela 3.28 Emissões de CO_2 do processo de descarbonatação do calcário na produção de clínquer da indústria do cimento

Fonte de emissão	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Produção de clínquer	11.062	10.086	16.047	14.349	29,7

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 185 10/23/10 1:39 AM

3.2.1.2 Produção de cal e outros usos de calcário e dolomita

Em 2005, o Brasil era responsável por 5,1% da produção mundial de cal, sendo o sexto maior produtor, antecedido pela China, Estados Unidos, Japão, Rússia e Alemanha, nessa ordem. Nesse ano, a produção de cal no Brasil estava localizada, principalmente, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

A cal é um produto com diversas aplicações, entre as quais se podem destacar a metalurgia, a construção civil, a indústria de papel e celulose, o tratamento de água e de efluentes, o controle de pH e a estabilização de solos.

O termo cal é utilizado, na literatura brasileira e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, para designar o produto composto por óxido de cálcio (CaO) e por óxido de cálcio e magnésio (CaO.MgO), resultantes da calcinação de calcários, calcários magnesianos e dolomíticos. A cal é classificada conforme o percentual de óxido de cálcio total.

Sendo assim, ao se referir a um tipo de cal, refere-se na realidade a uma gama de produtos, com composições de CaO e CaO.MgO variáveis.

A cal é formada pelo aquecimento do calcário para decompor os carbonatos, num processo chamado de calcinação ou descarbonatação. Isso é feito em altas temperaturas num forno rotativo e o processo libera CO_2. Já a cal hidratada é obtida a partir da cal virgem, com operações de adição de água. Dolomita ($CaCO_3.MgCO_3$) pode também ser processada em altas temperaturas para se obter cal dolomítica (e liberação de CO_2).

A Tabela 3.29 apresenta a produção de cal virgem e cal hidratada ($Ca(OH)_2$ ou $Ca(OH)_2 \cdot Mg(OH)_2$), para alguns anos do período de 1990-2005.

Tabela 3.29 Produção de cal no Brasil

Produto	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10³ t)				(%)
Cal virgem associados à ABPC	1.335	1.498	1.595	2.189	64,0
Cal virgem produção cativa	1.048	1.378	1.546	1.392	32,8
Cal virgem não-associados à ABPC	646	599	1.491	1.521	135,3
Cal virgem total	3.029	3.475	4.632	5.102	68,4
Cal hidratada associados à ABPC	978	1.122	1.244	1.165	19,1
Cal hidratada não-associados à ABPC	893	828	682	720	-19,3
Cal hidratada total	1.871	1.950	1.926	1.885	0,8
Total	**4.900**	**5.425**	**6.558**	**6.987**	**42,6**

Fonte: ABPC.

De maneira similar aos processos de produção do cimento e da cal, há outros onde o calcário e a dolomita são submetidos a altas temperaturas e onde o CO_2 é liberado, ao mesmo tempo em que a cal também produzida entra em diversas outras reações. Nesse item, estão englobados os processos que envolvem a calcinação de calcário e dolomita, fora os relativos ao cimento e à cal, tendo sido analisadas a siderurgia, a produção de vidro e a produção de magnésio.

As emissões de CO_2 da produção de cal e as ligadas a outros usos do calcário e da dolomita estão apresentadas na Tabela 3.30.

Tabela 3.30 Emissões de CO_2 da produção de cal e outros usos do calcário e da dolomita

Emissões de CO_2	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Produção da cal	3.688	4.098	5.008	5.356	45,2
Outros usos do calcário e da dolomita	1.630	1.480	1.756	1.812	11,2

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 186 10/23/10 1:39 AM

3.2.1.3 Produção e consumo de barrilha

A barrilha (carbonato neutro de sódio, Na_2CO_3) é usada como insumo em um grande número de indústrias, incluindo a manufatura de vidro, sabão e detergente, produção de papel e de polpa de celulose e tratamento de água.

Quatro diferentes processos podem ser usados comercialmente para produzir barrilha. Três deles são referidos como processos naturais e usam trona como insumo básico. O quarto, o processo *Solvay*, é classificado como processo sintético. Os processos naturais são os únicos que produzem emissões de CO_2 durante a fabricação de barrilha. A produção brasileira, descontinuada a partir de 2002, usava o processo sintético e, portanto, nenhuma emissão líquida foi produzida

Há emissões de CO_2 quando a barrilha é consumida na indústria. Os dados sobre produção, importação e exportação de barrilha no Brasil são mostrados na Tabela 3.31.

Tabela 3.31 Produção, importação, exportação e consumo de barrilha

Produto	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Produção	195.893	219.471	190.616	0	-100,0
Importação	242.788	231.827	393.845	597.888	146,3
Exportação	0	255	4	2	NA
Consumo	**438.681**	**451.043**	**584.457**	**597.886**	**36,3**

Fonte: ABIQUIM.

As estimativas das emissões de CO_2 foram feitas baseando-se no valor *default* do IPCC e estão apresentadas na Tabela 3.32.

Tabela 3.32 Emissões de CO_2 pelo consumo de barrilha

Uso da barrilha	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Emissões de CO_2	182	187	243	248	36,3

3.2.2 Indústria química

Vários processos produtivos da indústria química nacional resultam em emissões de gases de efeito estufa – CO_2, CH_4 e N_2O – como também de gases de efeito estufa indireto – CO, NO_x e NMVOC.

Com o avanço das tecnologias de produção de biocombustíveis, a indústria química nacional tem começado a substituir os combustíveis fósseis, utilizados como matérias-primas em seus processos produtivos, por esses combustíveis de origem renovável. Tal ação visa à redução das emissões de gases de efeito estufa de processo. Adicionalmente, novas tecnologias de controle de N_2O têm sido adotadas, principalmente para a produção dos ácidos adípico e nítrico, que eram responsáveis pelas maiores emissões deste tipo de gases de efeito estufa.

3.2.2.1 Produção de amônia

A amônia é um dos produtos químicos básicos, produzido em grandes quantidades, utilizado como fonte de nitrogênio. É matéria-prima para a fabricação de ureia, o principal fertilizante nitrogenado, e para a produção de ácido nítrico, intermediário na produção de nitrato de amônio fertilizante e nitrato de amônio explosivo.

A produção de amônia requer uma fonte de hidrogênio e outra de nitrogênio. A fonte de nitrogênio é o ar atmosférico. O hidrogênio pode ser obtido de diferentes matérias-primas como: resíduo asfáltico, gás residual de refinaria, gás natural, nafta petroquímica e até etanol.

Como subproduto da fabricação de amônia é gerado CO_2, liberado para a atmosfera. Quando há integração com uma planta de ureia ou de metanol, parte do CO_2 é utilizada como matéria-prima na produção desses produtos; alternativamente, o CO_2 também pode ser recuperado para utilização como fluido refrigerante, na carbonatação de líquidos e como gás inerte. Mas, em todos esses casos, o CO_2 utilizado não é descontado das emissões da produção da amônia, pois essas retenções em produtos têm vida curta.

As emissões relativas à produção da amônia foram estimadas com base na medição dos combustíveis utilizados como matérias-primas no processo.

Considerando-se as matérias-primas utilizadas no Brasil e seus respectivos fatores de emissão (resíduo asfáltico: 2,0 t CO_2/t amônia, gás de refinaria: 1,3 t CO_2/t amônia e gás natural: 1,2 t CO_2/t amônia) obteve-se um valor médio para o fator de emissão nacional de 1,46 t CO_2/t amônia. Esse fator foi aplicado para todos os anos do período 1990 a 2005.

A produção de amônia está apresentada na Tabela 3.33 e as emissões de CO_2 correspondentes, na Tabela 3.34.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 187 10/23/10 1:39 AM

3.2.2.2 Produção de ácido nítrico

O ácido nítrico (HNO_3) é um composto inorgânico usado principalmente na fabricação de fertilizantes sintéticos. É o composto mais importante como insumo na fabricação de ácido adípico, como intermediário na produção de ácido nítrico concentrado, para agente de nitração de compostos orgânicos e, também, na fabricação de explosivos.

O processo de produção tradicional e comercialmente disponível do ácido nítrico envolve a oxidação catalítica de amônia com o ar e as reações subsequentes dos produtos da oxidação com a água, através do processo de Ostwald, com geração de N_2O como subproduto. Além disso, pode haver emissões de NO_x não derivadas de combustão.

Nas unidades de produção no Brasil, que compreendem plantas de baixa e média pressão e a vácuo, há controle das emissões de NO e NO_2 (óxido nítrico e dióxido de nitrogênio, genericamente denominados de NO_x), de acordo com os padrões estabelecidos pelos órgãos de controle do meio ambiente. As tecnologias utilizadas no país para o controle dessas emissões são: absorção estendida; destruição catalítica não seletiva, e destruição catalítica seletiva.

A partir do final de 2006 começaram a ser desenvolvidos no Brasil atividades de projeto MDL que envolviam a instalação de catalisadores secundários para destruição de N_2O.

As emissões de N_2O foram estimadas com diferentes métodos, dependendo da planta.

Para aquelas plantas que realizaram atividades de projeto MDL, foi possível a aplicação do método mais acurado, com medições diretas de emissões, que resultam em fatores de emissões específicos para cada planta. Para as demais foi utilizado o método simplificado, com aplicação de fatores de emissão *default* do *Guidelines* 2006.

Já para as emissões de NO_x foi aplicado o fator de emissão específico do país, 1,75 kg NO_x /t ácido nítrico, conforme a ABIQUIM, em função do controle de emissões desses gases no país.

A produção de ácido nítrico está apresentada na Tabela 3.33 e as emissões de N_2O e NO_x correspondentes, na Tabela 3.34.

3.2.2.3 Produção de ácido adípico

O ácido adípico é um sólido cristalino branco que é utilizado como intermediário na fabricação de fibras sintéticas, plásticos, poliuretanos, elastômeros e lubrificantes sintéticos. Comercialmente é o mais importante ácido alifático dicarboxílico, usado na fabricação de poliéster e *nylon* 6.6.

A única planta de ácido adípico, no Brasil, utiliza a tecnologia de produção de dois estágios. O primeiro envolve a oxidação do cicloexano para formar a mistura cicloexanona/cicloexanol. O segundo estágio envolve o processo de oxidação do cicloexanol por meio de ácido nítrico. Neste último estágio, é emitido o N_2O. A produção de ácido adípico também resulta em emissões de CO e NO_x.

No final de 2005 foi registrado no Conselho Executivo do MDL projeto de destruição de N_2O dessa fábrica. Foi construída uma instalação dedicada à conversão, em alta temperatura, de óxido nitroso em nitrogênio, no processo de decomposição térmica do N_2O.

O fator de emissão de N_2O medido corresponde a 0,270 t N_2O/t ácido adípico, aplicado ao período de 1990 a 2006. Após a implementação do projeto MDL, em 2007, houve uma redução significativa nas emissões, onde o novo fator de emissão, também obtido por medições, foi de 0,00625 t N_2O/t ácido adípico.

Em relação aos gases de efeito estufa indireto, foram estimados com fatores de emissão nacionais, em função do controle de emissões desses gases no país. As emissões de CO foram estimadas com o fator de 16 kg CO /t ácido adípico. Já para as emissões de NO_x foi aplicado o fator de emissão de 5 kg NO_x /t ácido adípico.

A produção de ácido adípico está apresentada na Tabela 3.33 e as emissões de N_2O, CO e NO_x correspondentes, na Tabela 3.34.

3.2.2.4 Produção de caprolactama

O uso industrial primário da caprolactama é como monômero na produção de *nylon*-6. Esse produto químico também é usado na fabricação de plásticos, cerdas, filmes, coberturas, carpetes, couro sintético, plastificantes e tintas automotivas. Uma de suas características é ser biodegradável e atinge uma remoção de até 94% da demanda química de oxigênio em sistemas de lodos ativados.

A produção brasileira de caprolactama parte da hidrogenação do benzeno a cicloexano, oxidação a cicloexanol e cicloexanona com ácido nítrico, etapa em que é gerado o N_2O, seguida pela desidrogenação do cicloexanol produzido e posterior reação com sulfato.

As emissões de N_2O foram baseadas em medições das plantas, adotando-se o valor médio resultante de 6 kg N_2O / t caprolactama.

A produção de caprolactama está apresentada na Tabela 3.33 e as emissões de N_2O correspondentes, na Tabela 3.34.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 188 10/23/10 1:39 AM

3.2.2.5 Produção e uso de carbureto de cálcio

O carbureto de cálcio (CaC_2) é produzido a partir da calcinação do calcário e da subsequente redução da cal com coque de petróleo ou carvão vegetal. Esses dois tipos de agentes redutores são utilizados no Brasil. As emissões relativas à produção de cal estão relatadas no item específico da cal. Da reação de produção do carbureto de cálcio, apenas são consideradas as emissões relativas ao uso do coque de petróleo, de origem fóssil.

Em torno de 67% do carbono contido no coque de petróleo fica retido no produto final (CaC_2). O uso posterior do carbureto de cálcio, tanto na siderurgia quanto na produção de acetileno, acaba resultando em mais emissões de CO_2.

As emissões de CO_2 associadas à produção do carbureto de cálcio – CaC_2 foram estimadas a partir dos dados de consumo de coque de petróleo, utilizando-se o fator de emissão *default* de 1,7 t CO_2 / t coque consumido. Para o consumo, foi usado o fator de emissão 1,10 t CO_2 / t CaC_2 consumido, desconsiderando-se as emissões que ocorrem após a exportação do produto, cerca de 15% da produção nacional.

Os dados da produção de carbureto de cálcio estão protegidos por sigilo industrial. Entretanto, as emissões correspondentes estão apresentadas na Tabela 3.34.

3.2.2.6 Produção de dióxido de titânio

O dióxido de titânio, também conhecido como óxido de titânio (IV) ou titânia, encontra-se na natureza. Quando usado como pigmento, é chamado de titânio branco ou pigmento branco. Tal composto é utilizado em uma grande variedade de aplicações, em tintas, em protetores solares ou mesmo como corante alimentar.

Para a produção de dióxido de titânio existem duas rotas tecnológicas: a do ácido sulfúrico e a do cloro. Apenas a segunda rota gera gases de efeito estufa. Como a indústria instalada no país utiliza a primeira rota, que é a mais antiga e tem como matérias-primas a ilmenita e a escória, não foram contabilizadas emissões dessa fonte.

Tabela 3.33 Produção de amônia, ácido nítrico, ácido adípico e caprolactama

Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Amônia	1.152.563	1.156.830	1.139.109	1.316.154	14,2
Ácido Nítrico	295.824	326.489	336.025	363.422	22,9
Ácido Adípico	31.951	51.825	64.862	75.147	135,2
Caprolactama	42.059	50.838	56.005	49.655	18,1

Fonte: ABIQUIM.

Tabela 3.34 Emissões de gases de efeito estufa da produção de amônia, carbureto de cálcio, ácido nítrico, ácido adípico e caprolactama

Gás	Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(t)				(%)
CO_2	Amônia	1.682.742	1.688.972	1.663.099	1.921.585	14,2%
	Carbureto de Cálcio	0	0	50.613	34.938	NA
N_2O	Ácido Nítrico	1.805	2.004	2.089	2.236	23,9%
	Ácido Adípico	8.627	13.993	17.513	20.290	135,2%
	Caprolactama	252	305	336	298	18,1%
CO	Ácido Adípico	511	829	1.038	1.202	135,2%
NO_x	Ácido Nítrico	518	571	588	636	22,9%
	Ácido Adípico	160	259	324	376	135,2%

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 189 10/23/10 1:39 AM

3.2.2.7 Produção de petroquímicos e de negro-de-fumo

A indústria petroquímica utiliza como matérias-primas combustíveis fósseis como gás natural ou produtos de refinaria como nafta. O mesmo ocorre no processo produtivo do negro-de-fumo, apesar de este não ser considerado como um produto petroquímico.

Metanol

O principal uso do metanol é na produção do formaldeído aplicado na produção de resinas para uso na indústria de móveis e compensados. Também é usado na produção de biodiesel, embora, nesta aplicação, o metanol seja reciclável.

As tecnologias de produção de metanol precisam de hidrogênio, CO e CO_2. No Brasil, o processo utilizado é a síntese em baixas e altas pressões, cujas matérias-primas são o CH_4 e o CO_2.

O gás natural, alimentado no reator de síntese utiliza a reforma primária como processo para a geração de hidrogênio e CO. A matéria-prima CO_2 é obtida reciclando parcialmente o gás produzido na etapa de conversão do CO. Alternativamente, o CO_2 pode ser obtido como subproduto de outro processo produtivo, como a produção de amônia, por exemplo.

Os principais gases de efeito estufa emitidos são: CO_2 e CH_4, com emissões estimadas com fatores *default* de 0,267 t CO_2 / t metanol, e de 2,3 kg CH_4 / t metanol.

Eteno

O eteno é o hidrocarboneto primário produzido em maior quantidade no país e um dos principais produtos da cadeia de valor da indústria petroquímica. É utilizado no processo de produção de plásticos incluindo os polietilenos de alta e baixa densidade, cloreto de polivinila, sendo também usado como matéria-prima para fabricação de cloreto de vinila, óxido de eteno, etilbenzeno e dicloroeteno.

Universalmente, o eteno é produzido através do craqueamento de matérias-primas petroquímicas. A produção de etileno também gera, como substâncias secundárias, propileno, butadieno e compostos aromáticos. A rota tecnológica utilizada no Brasil é o tradicional processo de craqueamento de nafta. Entretanto em 2004, foi introduzido, pela primeira vez, o gás natural como matéria-prima do processo de pirólise.

Os principais gases emitidos são CO_2 e CH_4, além do NMVOC. As emissões de CO_2 foram estimadas com o fator de emissão *default* de 1,73 t CO_2 / t eteno, corrigido com o fator de 1,1 para considerar o *mix* de produção da linha do processo de craqueamento a vapor, que inclui, além do eteno, propileno, butadieno, aromáticos e outros produtos químicos. Para os outros gases foram também utilizados fatores *default* de 3 kg CH_4 / t eteno e de 1,4 kg NMVOC / t eteno.

Dicloroetano e cloreto de vinila (MVC)

O dicloroetano (1,2 dicloroetano) foi um dos primeiros hidrocarbonetos clorados, sintetizado em 1795, apresentando-se como um líquido oleoso de cor clara com odor adocicado de clorofórmio. É utilizado como intermediário na produção de cloreto de vinila – MVC, solventes, hidrocarbonetos policlorados, etilenoglicol e outros. Também é empregado como solvente para graxas, óleos e gorduras, limpeza industrial, aditivo para combustíveis e em formulações de solventes. É também bastante difundido na extração de produtos naturais como esteróides, vitamina A, cafeína e nicotina.

Já o MVC é aplicado como intermediário na produção do cloreto de polivinila, amplamente usada na fabricação de materiais e fios elétricos, material de construção civil, tubos, conexões e embalagens.

A produção de MVC e dicloroetano no Brasil utiliza a rota tecnológica de cloração direta e oxicloração do eteno, sendo usado o cloreto de hidrogênio gerado no craqueamento do dicloroetano. A planta de produção de MVC e dicloroetano pode operar como "processo balanceado" entre os dois produtos. Como o processo não atinge 100% de conversão do eteno, uma pequena porcentagem da matéria-prima não é convertida. Assim, os gases exaustos são tratados para eliminar os compostos clorados formados em reações secundárias. O eteno não-reagido é convertido em CO_2 e os compostos clorados sofrem um processo de redução catalítica. Assim, os gases limpos são enviados para a atmosfera atendendo as exigências do órgão de controle ambiental.

Os principais gases de efeito estufa são o CO_2 e o CH_4, além do NMVOC, com emissões estimadas com fatores *default* de 0,294 t CO_2 / t cloreto de vinila, de 0,0226 kg CH_4 / t cloreto de vinila e de 8,5 kg NMVOC / t cloreto de vinila. Os cálculos valem para a produção integrada dos dois produtos químicos.

Óxido de eteno

O principal uso de óxido de eteno, ou etileno, no mundo é na produção de etilenoglicol, comumente conhecido por seu uso como um refrigerante automotivo e anticongelante. Esse produto químico também é utilizado na produção de polímeros de poliéster, como intermediário na produção de éteres,

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 190 10/23/10 1:39 AM

álcoois superiores e aminas. Já no Brasil, o principal uso é na produção de glicois. Adicionalmente, o óxido de eteno é largamente aplicado na esterilização de suprimentos médicos tais como ataduras, suturas, e instrumentos cirúrgicos.

Pode ser produzido por duas rotas tecnológicas. A primeira inicia com a reação do cloro sobre o eteno na presença de água, seguida da desidrocloração da cloridrina de eteno formada. A segunda utiliza oxidação direta do eteno por meio do ar. Esta última é o processo adotado na produção do óxido de eteno no Brasil.

Os principais gases emitidos são CO_2 e CH_4. As emissões de CO_2 foram estimadas pelo balanço de massa do carbono total das matérias-primas utilizadas, resultando no fator de 0,52 t CO_2 / t óxido de eteno; para o metano, usou-se o fator *default* de 1,79 kg CH_4 / t óxido de eteno.

Acrilonitrila

A acrilonitrila é utilizada na manufatura de fibras acrílicas, sínteses orgânicas, fumigantes, surfactantes e corantes. Os compostos mais conhecidos que a utilizam são as borrachas de NBR, as resinas ABS e a mistura ABS/PA. Os principais gases emitidos em sua produção no Brasil são o CO_2 e CH_4, além de NMVOC. As emissões de CO_2 foram estimadas pelo balanço de massa do carbono total das matérias-primas utilizadas, resultando no fator de 0,2325 t CO_2 / t acrilonitrila; para os demais, usaram-se os fatores *default* de 0,18 kg CH_4 / t acrilonitrila e 1 kg NMVOC / t acrilonitrila.

Negro-de-fumo

O principal uso do negro-de-fumo é como aditivo na borracha para a fabricação de pneumáticos. Outro uso importante é como pigmento na fabricação de tintas. No Brasil, o negro-de-fumo usa como principal matéria-prima o resíduo aromático, associado com óleo combustível pesado (nafténico), e gás natural ou óleo combustível, como matéria-prima secundária.

Os principais gases emitidos são o CO_2 e CH_4. As emissões de CO_2 foram estimadas pelo balanço de massa do carbono total das matérias-primas utilizadas, resultando no fator de 0,52 t CO_2 / t óxido de eteno; para o metano, usou-se o fator *default* de 1,79 kg CH_4 / t óxido de eteno.

Os dados da produção de petroquímicos e negro-de-fumo estão apresentados na Tabela 3.35 e as emissões correspondentes na Tabela 3.37.

Tabela 3.35 Produção de petroquímicos e negro-de-fumo

Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Metanol	168.557	222.310	211.584	240.360	42,6
Eteno	1.499.714	1.895.754	2.633.818	2.699.831	80,0
Cloreto de Vinila	480.415	409.757	424.732	609.207	26,8
Óxido de Eteno	127.221	163.473	256.035	297.183	133,6
Acrilonitrila	78.000	76.522	87.361	76.780	-1,6
Negro-de-fumo	178.395	204.301	229.860	280.140	57,0

3.2.2.8 Ácido fosfórico

O ácido fosfórico é utilizado principalmente para a produção de fertilizantes fosfatados, sendo os mais representativos o fosfato monoamônico, o fosfato diamônico, o superfostafo simples e o superfosfato triplo.

As matérias-primas utilizadas para a produção de ácido fosfórico são o ácido sulfúrico e a rocha fosfática. Esta última contém, em menor ou maior concentração, carbono inorgânico na forma de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) que é parte integrante do mineral. O carbonato contido na rocha reage com o ácido sulfúrico, produzindo como subprodutos gesso agrícola e CO_2.

As emissões de CO_2 foram estimadas com base na quantidade de carbono no concentrado fosfático, estimada em 0,6%. O uso de concentrado fosfático está mostrado na Tabela 3.36 e as emissões de CO_2 correspondentes na Tabela 3.37.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 191 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.36 Quantidade de rocha fosfática consumida na produção primária de ácido fosfórico

Matéria-prima	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Concentrado fosfático	2.817.000	3.937.000	4.725.106	5.631.000	99,9

Tabela 3.37 Emissões de gases de efeito estufa de petroquímicos, negro-de-fumo e ácido fosfórico

Gás	Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(t)				(%)
CO_2	Metanol	45.005	59.357	56.493	64.176	42,6
	Eteno	2.849	3.602	5.004	5.130	80,1
	Cloreto de vinila	141.242	120.469	124.871	179.107	26,8
	Óxido de eteno	66.155	85.006	133.138	154.535	133,6
	Acrilonitrila	18.135	17.791	20.311	17.677	-2,5
	Negro-de-fumo	354.827	406.355	457.191	453.266	27,7
	Ácido fosfórico	61.974	86.614	103.952	123.882	99,9
CH_4	Metanol	388	511	487	553	42,5
	Eteno	4.499	5.687	7.901	8.099	80,0
	Cloreto de vinila	10,9	9,3	9,6	13,8	26,6
	Óxido de eteno	228	293	458	532	133,3
	Acrilonitrila	14,0	13,8	15,7	13,8	-1,4
	Negro-de-fumo	10,7	12,2	13,8	16,8	57,0
NO_x	Negro-de-fumo	25	29	32	39	57,0
NMVOC	Eteno	2.100	2.654	3.687	3.780	80,0
	Cloreto de vinila	4.084	3.483	3.610	5.178	26,8
	Acrilonitrila	78	77	87	77	-1,3

3.2.2.9 Produção de outros produtos químicos

Para os produtos químicos desta seção, com produção apresentada na Tabela 3.38, foram calculadas as emissões de gases de efeito estufa indireto com fatores de emissão *default*, listados na Tabela 3.39.

Para a borracha de butadieno estireno (SBR), o fator de emissão, foi estimado pela ABIQUIM em 5,8 kg NMVOC / t SBR. As emissões de NMVOC correspondentes são apresentadas na Tabela 3.40.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 192 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.38 Dados de atividade para outros produtos químicos

Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
ABS	27.000	32.100	33.000	33.000	22,2
Anidrido ftálico	65.645	91.390	87.595	84.579	28,8
Borracha de butadieno estireno (SBR)	184.692	209.409	236.627	212.205	14,9
Cloreto de vinila monômero (MVC)	480.415	409.757	424.732	456.364	-5,0
Dicloroetano	538.183	499.934	541.335	581.366	8,0
Estireno	306.217	261.613	406.225	405.205	32,3
Eteno	1.499.714	1.895.754	2.633.818	2.699.831	80,0
Etilbenzeno	441.007	345.514	436.577	395.024	-10,4
Formaldeído	177.391	261.775	357.262	508.680	186,8
Policloreto de vinila PVC (Cloreto de Polivinila)	504.330	593.413	648.199	640.319	27,0
Poliestireno	134.332	153.641	175.575	317.434	136,3
Polietileno PEAD	322.219	478.549	891.050	812.160	152,1
Polietileno PEBD	626.028	609.248	646.832	681.686	8,9
Polietileno PELBD	-	133.433	333.756	442.274	NA
Polipropileno	303.841	521.540	847.639	1.212.200	299,0
Propeno	793.544	1.086.330	1.409.375	1.731.428	118,2

* A produção do polietileno PELBD começou no país no ano de 1993.

Tabela 3.39 Fatores de emissão de NMVOC para outros produtos químicos

Produto químico	(kg NMVOC / t produto químico)
ABS	27,2
Anidrido ftálico	1,3
Borracha de butadieno estireno (SBR)	5,8
Cloreto de vinila monômero (MVC)	8,5
Dicloroetano	2,2
Estireno	18
Eteno	1,4
Etilbenzeno	2
Formaldeído	5
Policloreto de vinila PVC	1,5
Poliestireno	3,3
Polietileno PEAD	6,4
Polietileno PEBD	3
Polietileno PELBD	2
Polipropileno	12
Propeno	1,4

*ABIQUIM.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 193 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.40 Emissões de NMVOC da produção de outros produtos químicos

Produto Químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
ABS	734	873	898	898	22,2
Anidrido ftálico	85	119	114	110	28,8
Borracha de butadieno estireno (SBR)	1.071	1.215	1.372	1.231	14,9
Cloreto de vinila monômero (MVC)	4.084	3.483	3.610	3.879	-5,0
Dicloroetano	1.184	1.100	1.191	1.279	8,0
Estireno	5.512	4.709	7.312	7.294	32,3
Eteno	2.100	2.654	3.687	3.780	80,0
Etilbenzeno	882	691	873	790	-10,4
Formaldeído	887	1.309	1.786	2.543	186,8
Policloreto de vinila PVC (Cloreto de Polivinila)	756	890	972	960	27,0
Poliestireno	443	507	579	1.048	136,3
Polietileno PEAD	2.062	3.063	5.703	5.198	152,1
Polietileno PEBD	1.878	1.828	1.940	2.045	8,9
Polietileno PELBD	0	267	668	885	NA
Polipropileno	3.646	6.258	10.172	14.546	299,0
Propeno	1.111	1.521	1.973	2.424	118,2

* A produção do polietileno PELBD começou no país no ano de 1993.

3.2.3 Indústria metalúrgica

3.2.3.1 Produção de ferro e aço

O Brasil ocupou, em 2006, a décima posição no *ranking* da indústria de aço mundial, com uma produção de 30,9 milhões de toneladas, o que representou aproximadamente 2,5% da produção mundial de aço, conforme a Tabela 3.41.

O Brasil é o maior produtor de aço na América Latina (59,3% da produção total de aço bruto da região), seguido por México e Argentina, com 26% e 8,9 %, respectivamente.

O parque brasileiro conta com 11 usinas integradas e 14 semi-integradas, sendo que, em 2006, 78,6% da produção brasileira de aço bruto foram provenientes das usinas integradas. A produção dessas usinas está resumida na Tabela 3.42.

Tabela 3.41 Produção de aço bruto

Produção de aço bruto	1970	1980	1990	2000	2005	2006
	(10^6 t)					
Mundial - (A)	595,4	715,6	770,5	848,9	1.144,3	1.246,9
América Latina -(B)	13,2	28,9	38,2	56,1	62,9	62,7
Brasil - (C)	5,4	15,3	20,8	28,7	31,6	30,9
C/A (%)	0,9	2,1	2,7	3,4	2,8	2,5
C/B (%)	40,9	52,9	54,5	51,1	50,2	49,3
Posição relativa do Brasil no mundo	18º	10º	9º	8º	9º	10º

Fonte: WSA/ILAFA/IABr.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 194 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.42 Produção de aço das usinas integradas e semi-integradas

Produção	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10³ t)				(%)
Aço bruto	20.340	24.764	28.148	31.025	52,5
Aços especiais	474	572	510	625	32,0
Total	**20.814**	**25.336**	**28.658**	**31.650**	**52,1**

A siderurgia usa o carbono para geração de energia e como agente redutor do minério de ferro (esse último no caso de usinas integradas). Uma fração deste carbono é incorporada aos produtos e a outra parte é emitida na forma de CO_2, seja diretamente nos gases siderúrgicos ou após a queima dos mesmos.

Até 75% das emissões de CO_2 oriundas da fabricação de aço ocorrem durante a produção de ferro-gusa no alto forno, ou seja, na etapa de redução do minério de ferro. O percentual restante resulta do transporte de matérias-primas, da geração de energia elétrica e calor.

As emissões de CO_2 oriundas das plantas de produção de coque e cal são contabilizadas no setor de Energia e no subsetor de produção mineral, respectivamente. As emissões provenientes do uso de combustíveis para produção de energia (centrais termelétricas) são incluídas no setor de Energia. As emissões relativas ao uso de dolomita e calcário estão englobadas no subsetor de produção mineral. Nesse item são contabilizadas as emissões da sinterização/pelotização e alto-forno/aciaria.

As usinas semi-integradas não têm a etapa de redução e, em consequência, consomem carbono basicamente com o fim de ajustes metalúrgicos e energéticos. O peso total do carvão vegetal na fase de produção de ferro-gusa nas usinas integradas foi de 34,4% em 2006. Fora as 25 usinas citadas, existem inúmeros produtores independentes de ferro-gusa que usam apenas carvão vegetal para a redução do minério. As emissões de CO_2 do carvão vegetal não são aqui consideradas.

O consumo energético das usinas siderúrgicas brasileiras situa-se em torno de 21 GJ/t aço. Esse número está próximo à média mundial e coloca as usinas brasileiras no nível das siderúrgicas da Europa e do Japão.

As emissões de CO_2 foram estimadas baseando-se no balanço de carbono de cada fase considerada, ou seja, o carbono que entra no processo menos o carbono que sai nos produtos e/ou gases energéticos, segundo levantamento em cada usina. O resultado está resumido na Tabela 3.43.

Tabela 3.43 Emissões de CO_2 da sinterização, alto-forno e aciaria

Processos	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Sinterização	3.888	4.143	4.066	4.610	18,6
Alto-forno e aciaria	20868	24.285	31.371	33.673	61,4
Total siderurgia	**24.756**	**28.428**	**35.437**	**38.283**	**54,6**

Fonte: Instituto Aço Brasil – IABr.
Obs: Excluídas as emissões da coqueria, geração de energia, fabricação de cal e uso de calcário e dolomita.

3.2.3.2 Produção de ferroligas

Ferroligas é um termo usado para descrever ligas concentradas de ferro e um ou mais metais, tais como silício, manganês, cromo, molibdênio, vanádio e tungstênio. Tais ligas são usadas para desoxidar e alterar as propriedades físicas do aço. As fábricas de ferroligas produzem compostos concentrados que são despachados para as aciarias para serem incorporados às diversas ligas de aço. A produção de ferroligas envolve o processo metalúrgico de redução, que resulta em emissões de CO_2.

Na produção de ferroligas, o minério é derretido junto com coque e escória sob alta temperatura. Durante a fusão das ferroligas, a reação de redução ocorre em alta temperatura. O carbono captura o oxigênio dos óxidos metálicos para formar CO_2, enquanto que os minerais são reduzidos a metais básicos derretidos. Consequentemente, os metais presentes combinam-se na solução.

A metodologia mais adequada é estimar as emissões a partir das quantidades usadas de agente redutor. As emissões também podem ser estimadas a partir do volume de produção. O IPCC sugere valores *default,* supondo a utilização somente de carbono fóssil.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 195 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.44 Produção brasileira de ferroligas

Produção	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Ferroligas (não inclui Si-metálico)	807.663	846.336	736.622	1.171.583	30,2

Fonte: Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico – ABRAFE.

No Brasil, a produção de ferroligas utiliza carvão vegetal predominantemente, chegando a 98% de utilização segundo a ABRAFE. Os dados de produção nacional estão dispostos na Tabela 3.44.

A partir dessas informações, seria possível estimar a parcela da produção de ferroligas que utiliza carvão mineral e coque e que, portanto, emite o CO_2, que deve ser contabilizado. Nesse Inventário, dada a impossibilidade de se separar as emissões por combustão das emissões por redução do minério, todas foram estimadas conjuntamente no setor de Energia (seção 3.1).

3.2.3.3 Produção de alumínio

O Brasil possui a terceira maior reserva de bauxita do mundo. Esse fator, aliado ao grande potencial hidráulico, às condições geográficas favoráveis e à tradição industrial brasileira na área de metalurgia, colocou o Brasil na sexta posição entre os maiores produtores mundiais de alumínio primário em 2008.

O alumínio primário é produzido por meio de um processo de redução eletrolítica. A reação ocorre num recipiente de carbono que age como catodo e que contém a solução eletrolítica. O anodo de carbono é parcialmente submerso na solução e consumido ao longo do processo.

A eletrólise do óxido de alumínio produz alumínio fundido, que se deposita no catodo, e oxigênio, que se deposita no anodo e reage com o carbono, produzindo emissões de CO_2. Alguma quantidade de CO_2 é também produzida quando o anodo reage com outras fontes de oxigênio (como o ar). O processo de produção de alumínio primário pode utilizar dois tipos principais de tecnologia, *Soderberg* e *Prebaked Anode*. A distinção entre essas tecnologias está relacionada ao tipo de anodo utilizado. A produção brasileira de alumínio por tipo de tecnologia está na Tabela 3.45.

Tabela 3.45 Produção de alumínio primário por tipo de tecnologia

Tecnologia	Tipo	Fábrica	Localidade	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
				(t)				(%)
Soderberg	VSS+HSS	Novelis	Aratu - BA	56.382	29.890	56.631	57.033	1,2
	HSS	Novelis	Ouro Preto - MG	50.896	42.580	50.302	50.593	-0,6
	VSS	Alcoa	Poços Caldas - MG	88.512	90.401	91.733	95.267	7,6
	VSS	CBA	Alumínio - SP	174.013	221.804	240.078	370.368	112,8
	Total *Soderberg*			369.803	384.675	438.744	573.261	55,0
Prebaked Anode	CWPB	Albras	Barcarena - PA	193.997	347.419	369.209	449.520	131,7
	CWPB	Alumar	São Luís - MA	264.324	362.630	369.059	380.967	44,1
	CWPB	Valesul	Santa Cruz - RJ	92.749	90.696	92.572	94.007	1,4
	Total *Prebaked Anode*			551.070	800.745	830.840	924.494	67,8
Total				**920.873**	**1.185.420**	**1.269.584**	**1.497.755**	**62,6**

Fonte: Empresas Produtoras.

Na indústria do alumínio, as principais emissões são de gases PFCs, que são produzidos, eventualmente, quando não se consegue controlar adequadamente a relação entre as substâncias na cuba eletrolítica, durante a produção primária do alumínio. Essas ocorrências são indesejáveis também do ponto de vista da indústria, pois acarretam uma baixa na produtividade.

Na produção primária do alumínio, a alumina (Al_2O_3) é dissolvida num fluoreto fundido, que consiste principalmen-

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 196 10/23/10 1:39 AM

te de criolita (Na_3AlF_6). Quando uma célula eletrolítica de alumínio está operando normalmente, as mensurações demonstram que não há produção de PFCs. Contudo, se o óxido de alumínio contido na solução dilui-se muito, abaixo de 1,5%, ocorre um rápido aumento de voltagem (efeito anódico) e a solução passa a reagir com o carbono, produzindo gases PFCs, de acordo com as seguintes reações:

$Na_3AlF_6 + ¾C \Rightarrow Al + 3NaF + ¾CF_4$

$Na_3AlF_6 + C \Rightarrow Al + 3NaF + ½C_2F_6$

Portanto, a emissão de PFCs durante os efeitos anódicos depende da frequência e duração desses efeitos.

Houve um esforço grande das empresas em relatar suas emissões de forma mais acurada possível, com evolução em relação ao Inventário Inicial. A metodologia do IPCC prevê três níveis de detalhamento: um básico, *Tier 1*, com fatores *default*; outro detalhado, *Tier 2*, com o balanço de carbono levando em conta todos os componentes do processo; e um mais preciso, *Tier 3*, com medições específicas para esses componentes. A Tabela 3.46 apresenta o nível de detalhamento para a estimativa das emissões da indústria do alumínio.

Tabela 3.46 Abordagens aplicadas nas estimativas de emissões de CO_2 e PFCs por planta para o período 1990-2005

Rota tecnológica		Planta	CO_2	PFCs
Tipo	Sub-divisão			
Soderberg	VSS e HSS	Novelis (BA)	*Tier* 2	*Tier* 2
	HSS	Novelis (MG)	*Tier* 2	*Tier* 2
	VSS	Alcoa (MG)	*Tier 2*	*Tier* 3
	VSS	CBA (SP)	*Tier 3*	*Tier* 3
Prebaked Anode	CWPB	Albras (PA)	*Tier* 1	*Tier* 1 (1990-1996) *Tier* 3 (1997-2007)
	CWPB	Alumar (MA)	*Tier* 3	*Tier* 2
	CWPB	Valesul (RJ)	*Tier* 2	*Tier* 1

Na produção de alumínio também ocorrem emissões de gases de efeito estufa indireto, CO e NOx, que podem ser estimadas a partir de fatores de emissão sugeridos pelo IPCC.

As emissões referentes ao cozimento do anodo estão presentes apenas no processo *Prebaked Anode*, onde os anodos são preparados previamente.

A Tabela 3.47 resume as estimativas de emissões de CO_2, CF_4 e C_2F_6 para a indústria do alumínio no Brasil, além dos gases indiretos.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 197 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.47 Emissões de gases de efeito estufa direto e indireto da indústria do alumínio

Gás	Tecnologia	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)
CO_2	*Soderberg*	672	692	791	1.002	49,1
	Prebaked Anode	902	1.264	1.325	1.471	63,0
	Total	**1.574**	**1.955**	**2.116**	**2.472**	**57,1**
CF_4	*Soderberg*	0,1407	0,1316	0,0743	0,0636	-54,8
	Prebaked Anode	0,1615	0,1916	0,0722	0,0603	-62,7
	Total	**0,3022**	**0,3231**	**0,1465**	**0,1239**	**-59,0**
C_2F_6	*Soderberg*	0,0092	0,0084	0,0051	0,0042	-54,0
	Prebaked Anode	0,0171	0,0195	0,0066	0,0061	-64,3
	Total	**0,0263**	**0,0279**	**0,0117**	**0,0104**	**-60,7**
CO	*Soderberg*	50	52	59	77	55,0
	Prebaked Anode	295	428	444	495	67,8
	Total	**345**	**480**	**504**	**572**	**65,9**
NO_x	*Soderberg*	0,80	0,83	0,94	1,23	55,0
	Prebaked Anode	1,18	1,72	1,79	1,99	67,8
	Total	**1,98**	**2,55**	**2,73**	**3,22**	**62,6**

3.2.3.4 Produção de magnésio

O SF_6 é usado como gás de cobertura para evitar a oxidação do magnésio fundido durante a produção e a fundição de produtos de magnésio metálico, e normalmente escapa para a atmosfera. O SF_6 é considerado um gás não-reativo e se adapta idealmente a este tipo de proteção, como "cobertura" para o magnésio fundido (daí o termo "gás de cobertura"). O consumo do gás é usado, portanto, como estimativa das emissões. A Tabela 3.48 apresenta as emissões de SF_6 neste subsetor.

Tabela 3.48 Emissões de SF_6 da indústria do magnésio

Fonte	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Uso de SF_6 na indústria do magnésio	5,75	9,87	10,30	19,05	231,0

3.2.4 Indústria de papel e celulose

O setor de Papel e Celulose é composto por 220 empresas que operam 255 unidades industriais localizadas em 16 estados brasileiros.

Essa indústria conta com 1,4 milhão de hectares de florestamentos próprios, principalmente os gêneros *Eucalyptus* (62%) e *Pinus* (35%) A produção de celulose é feita, exclusivamente, a partir de madeira oriunda de florestas plantadas.

A preparação da pasta celulósica para papéis e outras finalidades consiste na separação das fibras dos demais componentes da madeira, principalmente a lignina, que confere rigidez à madeira.

Alguns tipos de madeira, tal como o pinho, possuem fibras longas (3 a 5 mm), enquanto que as de eucalipto possuem fibras mais curtas e finas (0,8 a 1,2 mm). As do primeiro grupo são denominadas coníferas ou *softwood* (madeira macia), enquanto as do segundo grupo são conhecidas por folhosas ou *hardwood* (madeira dura).

Os processos de preparação da pasta celulósica são muitos e variam desde os puramente mecânicos até os químicos, nos quais a madeira é tratada com produtos químicos, pressão e calor (temperaturas maiores que 150°C) para dissolver a lignina. O uso de produtos químicos no processo é que gera emissões de gases de efeito estufa.

A produção de papel e pasta de celulose possui três fases principais: a polpação, o branqueamento e a produção de papel. O tipo de polpação e a quantidade de branqueamento usados dependem da natureza da matéria-prima e a qua-

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 198 10/23/10 1:39 AM

lidade desejada do produto final. A polpação do tipo *Kraft* é o processo mais largamente utilizado.

No Brasil, o processo mais utilizado é uma variação do *Kraft*, o Sulfato, que utiliza os mesmos produtos químicos, empregando-se, porém, maiores dosagens de sulfeto de sódio e soda cáustica, além do cozimento ser feito por mais tempo e a temperaturas mais elevadas. É considerado como o mais adequado para a obtenção de pastas químicas provenientes de eucalipto. Durante o processo ocorrem emissões de CO, NO_x e NMVOC.

A Tabela 3.49 apresenta um resumo da produção brasileira de pastas de celulose, evidenciando o processo sulfato, gerador de gases de efeito estufa indireto.

Tabela 3.49 Produção brasileira de pastas de celulose

Tipo de celulose / processo químico	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Celulose química e semiquímica	3.914.688	5.376.271	6.961.470	9.852.462	151,7
Sulfato	3.593.547	5.127.981	6.639.971	9.397.450	161,5
Outros processos	321.141	248.290	321.499	455.012	41,7
Pastas de Alto Rendimento	436.455	452.599	501.796	499.651	14,5
TOTAL	**4.351.143**	**5.828.870**	**7.463.266**	**10.352.113**	**137,9**

Fonte: Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA.
Para o processo sulfato foi considerada a mesma participação de 1994 para os anos seguintes.

Nesse Inventário, os fatores de emissão sugeridos pelo IPCC para o processo Kraft foram utilizados para o processo Sulfato, responsável pela maior parte da produção, não estando disponível informação sobre ocorrência de emissões para os outros processos. As emissões de gases de efeito estufa do setor são apresentadas na Tabela 3.50.

Tabela 3.50 Emissões relativas à produção de celulose no Brasil

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
CO	20,1	28,7	37,2	52,6	161,5
NO_x	5,4	7,7	10,0	14,1	161,5
NMVOC	13,3	19,0	24,6	34,8	161,5

3.2.5 Alimentos e bebidas

No processamento industrial de alimentos e na produção de bebidas pode ocorrer a emissão de NMVOC. O IPCC apresenta fatores de emissão para alguns subsetores. Na ausência de informação adicional, tais fatores foram adotados neste Inventário. A Tabela 3.51 apresenta a produção brasileira dos alimentos para os quais existem emissões associadas, para o período de 1990 a 2005. Os processos de extração de óleos vegetais são tratados no setor de Uso de Solventes e Outros Produtos (item 3.3).

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 199 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.51 Produção brasileira de alimentos

Produto	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10³ t)				(%)
Carnes, peixes e aves	5.837	7.510	11.241	17.484	199,5
Açúcar	7.365	12.618	16.256	25.906	251,7
Margarinas e gorduras sólidas para cozinha	453	466	602	759	67,5
Bolos, biscoitos e cereais matinais	460	632	729	829	80,2
Pães	2.896	3.977	4.585	5.218	80,2
Rações animais	8.258	9.832	12.935	16.225	96,5
Café torrado	584	651	890	1.134	94,3

Fontes: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA; União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA; Sindicato da Indústria de Panificação e Confeitaria de São Paulo – SINDIPAN; Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria – ABIP; IBGE; Associação Brasileira da Indústria do Café – ABIC.

Na produção de bebidas alcoólicas, ocorrem emissões de NMVOC durante a fermentação de cereais e frutas. Para a estimativa dessas emissões foram também utilizados os fatores de emissão *default* do IPCC. A Tabela 3.52 apresenta a produção brasileira de bebidas, para o período de 1990 a 2005. As emissões do subsetor de alimentos e bebidas estão apresentadas, para o período de 1990 a 2005, na Tabela 3.53.

Tabela 3.52 Produção brasileira de bebidas

Produto	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10³ L)				(%)
Vinho	308.954	245.158	319.161	378.272	22,4
Cerveja	3.749.150	4.276.950	9.023.303	9.214.807	145,8
Destilados (cachaça)	1.125.000	1.035.000	1.200.000	1.200.000	6,7

Fontes: União Brasileira de Vitivinicultura – UVIBRA; Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA; Associação Brasileira de Bebidas – ABRABE, com estimativa pela capacidade de produção a partir de 1994.

Tabela 3.53 Emissões de NMVOC da produção de alimentos e bebidas

Setor	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Indústria de alimentos	112,1	175,7	222,8	331,3	195,4
Indústria de bebidas	170,3	156,9	183,4	183,5	7,8
Total	**282,4**	**332,7**	**406,2**	**514,8**	**82,3**

3.2.6 Emissões relacionadas à produção de hidrofluorcarbonos

No Brasil, no período de 1990 a 2005, não houve produção de HFCs, ocorrendo somente a emissão do gás HFC-23, gerado como subproduto da produção de HCFC-22, encerrada em 1999. As emissões foram estimadas utilizando-se os fatores de emissão default pelo IPCC, conforme a Tabela 3.54.

Tabela 3.54 Emissões potenciais de HFC-23 devido à produção de HCFC-22

Descrição	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Produção HCFC-22	3.006	3.915	-	-	-100
Emissões de HFC-23	120,24	156,60	-	-	-100

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 200 10/23/10 1:39 AM

3.2.7 Emissões relacionadas ao consumo de hidrofluorcarbonos

No Brasil, neste setor, foram identificadas apenas emissões de HFCs para os subsetores refrigeração e ar-condicionado; extintores de incêndio e proteção de explosões; e aerossois, mas não para solventes e espumas.

Em refrigeração e condicionamento de ar, os gases HFCs são utilizados como as principais alternativas para os CFCs, como fluidos refrigerantes, tendo havido uma completa substituição em novos produtos de 1996 a 2000. Para esse subsetor foi feita uma estimativa das emissões reais, com base na metodologia *Tier 2b* do IPCC segundo a fórmula:

Emissões = (Vendas Anuais de Novas Substâncias Químicas) – (Carga Total em Equipamentos Novos) + (Carga Total Original de Equipamentos Sucateados)

Dentro de refrigeração e ar-condicionado foram analisadas as produções de:

- Refrigeração doméstica e comercial (refrigeradores domésticos, congeladores verticais e refrigeradores e congeladores horizontais)
- Automóveis
- Ônibus
- Unidades de resfriamento (*chillers*)
- Caminhões frigoríficos
- Bebedouros

Para o subsetor de refrigeração e ar condicionado, apenas a partir de 1994 começou a utilização significativa de HFCs no Brasil. Não há registro de produção ou destruição do gás no período de 1990 a 2005.

As cargas médias de refrigerante em novos produtos consideradas neste Inventário estão apresentadas na Tabela 3.55.

Tabela 3.55 Cargas médias de refrigerante em novos produtos

Equipamento	Carga média de refrigerante	
	(kg)	por
Refrigeradores domésticos	0,15	unidade
Congeladores (*freezers*) verticais	0,4	unidade
Congeladores (*freezers*) horizontais	0,25	unidade
Chillers centrífugo e parafuso	0,34	kW de resfriamento
Veículos novos	0,96	unidade
Ônibus	5	unidade
Caminhões frigorificados	6	unidade
Bebedouros	0,05	unidade
Aerossois	0,006	tubo

Para manutenção de veículos, foi estimado um número médio de mil oficinas instalando duas unidades por mês, no período de 1996 a 2005. Para os aerossois, as emissões ocorrem para a metade da produção do ano anterior e a metade de produção do ano atual.

A Tabela 3.56 mostra os produtos nacionais fabricados com o refrigerante HFC-134a. A Tabela 3.57 apresenta as estimativas de emissões de HFCs devido ao consumo em refrigeração, ar-condicionado e aerossois.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 201 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.56 Produtos nacionais fabricado com o refrigerante HFC-134a

Ano	Produção de Refrigeradores	Produção de congeladores (*freezers*) verticais	Produção de congeladores (*freezers*) e refrigeradores horizontais	Compressor Parafuso	Compressor Centrífugo	Veículos novos com ar-condicionado	Ônibus novos com ar-condicionado	Caminhões frigorificados	Bebedouros	Aerossois
	(unidade)			(kW-refrigeração)		(unidade)				(tubo)
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	17.500	24.500	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	17.500	27.300	370.593	1.884	953	-	842.693
1997	1.159.947	161.475	219.504	17.500	29.750	494.240	2.513	570	161.057	758.457
1998	1.469.024	165.396	225.805	17.500	35.875	423.112	2.151	592	194.776	586.943
1999	1.210.518	126.610	144.121	23.975	43.750	423.346	2.153	621	154.809	451.450
2000	3.230.689	302.880	332.458	37.800	58.975	580.093	2.949	648	404.043	319.279
2001	3.649.331	184.830	252.198	40.250	69.125	705.272	3.586	675	427.078	1.072.764
2002	3.488.098	179.762	277.310	35.000	78.750	777.748	3.954	702	356.391	1.369.169
2003	4.321.992	222.737	343.606	33.250	78.750	828.809	4.214	726	266.734	1.340.746
2004	4.791.913	246.955	380.966	36.750	86.625	1.091.338	5.549	755	247.003	2.073.784
2005	4.683.262	241.356	372.328	39.375	95.550	1.239.648	6.303	780	340.474	1.585.596

Tabela 3.57 Estimativas de emissões de HFC-134a devido ao consumo em refrigeração, ar-condicionado e aerossois

		1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(t)				(%)
Importação de HFC-134a		0,87	136,91	1.814,41	4.491,01	519.091,9
Vendas	Aerossois	0,00	0,00	1,92	9,51	-
	Refrigeração e ar-condicionado	0,87	136,91	1.812,49	4.481,50	517.992,1
Cargas	Refrigeração e ar-condicionado	0,00	0,00	1.343,49	2.210,61	-
Emissões reais	Aerossois	0,00	0,00	2,31	10,98	-
	Refrigeração e ar-condicionado	0,43	68,45	469,01	2.270,88	524.960,0
	Total	**0,43**	**68,45**	**471,32**	**2.281,86**	**527.498,3**

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 202 10/23/10 1:39 AM

Outra forma de apresentar as emissões desses subsetores é pelas emissões potenciais, usando-se a fórmula:

Potencial de Emissões = Produção + Importação - Exportação – Destruição

Além do HFC-134a, foram identificadas importações de HFC-125, HFC-143a e HFC-152a, que englobam o uso em extintores de incêndio. Quanto a exportações, foram considerados os refrigeradores exportados com o refrigerante HFC-134a. A Tabela 3.58 mostra as emissões potenciais de HFCs.

Tabela 3.58 Emissões potenciais de HFCs

HFC		1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(t)				(%)
HFC-134a	Importação	0,87	136,91	1.814,41	4.491,01	519.092
	Exportação	-	-	62,05	166,33	NA
	Emissões potenciais	0,87	136,91	1.752,36	4.324,68	499.863
HFC-125	Importação	-	-	7,07	124,90	NA
	Emissões potenciais	-	-	7,07	124,90	NA
HFC-143a	Importação	-	-	7,48	92,87	NA
	Emissões potenciais	-	-	7,48	92,87	NA
HFC-152a	Importação	-	-	0,14	174,76	NA
	Emissões potenciais	-	-	0,14	174,76	NA

3.2.8 Emissões relacionadas ao consumo de hexafluoreto de enxofre

O SF_6, em face de suas excelentes propriedades como isolante inerte, não tóxico, de alta rigidez dielétrica, refrigerante não inflamável, termicamente estável e com poder de auto-regeneração, permitiu o desenvolvimento de equipamentos elétricos de alta capacidade e desempenho, além de mais compactos, leves e seguros. Destacam-se, dentre os equipamentos elétricos que foram desenvolvidos em função do SF_6, os disjuntores e as subestações blindadas, que utilizam cerca de 10% do espaço físico das subestações convencionais equivalentes.

No Brasil, não há produção de SF_6, mas ocorrem emissões devido a vazamentos de gás em subestações blindadas e isoladas com SF_6.

Iniciou-se, em 2009, uma pesquisa coordenada pela ANEEL e pelo MCT, com a participação dos agentes do setor elétrico que utilizam SF_6, compreendendo geradores, transmissores e distribuidores de eletricidade, com o objetivo de obter dados para a estimativa das emissões. O índice de resposta foi de 74%, referente a 387 empresas, permitindo uma estimativa preliminar do parque de equipamentos contendo SF_6.

A Tabela 3.59 a seguir mostra os resultados em termos de capacidade instalada de SF_6 em equipamentos, e uma estimativa de vazamentos anuais baseada em fator *default*, segundo o *Good Practice Guidance* 2000, no valor de 2% do conteúdo de SF_6 ao ano.

Tabela 3.59 Capacidade instalada de SF_6 em equipamentos e estimativa de vazamentos anuais

Descrição	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Capacidade instalada	208,85	204,16	248,31	306,32	46,7
Emissões de SF_6	4,18	4,08	4,97	6,13	46,7

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 203 10/23/10 1:39 AM











Carro Nellie Solltrenick-BASF





Uso de Solventes e Outros Produtos

3.3 Uso de Solventes e Outros Produtos

Neste item são apresentadas as séries de emissões de NMVOC provenientes do uso de solventes no Brasil, para o período de 1990 a 2005. Em alguns setores, as emissões podem eventualmente incluir o CH_4, sendo então representadas como compostos orgânicos voláteis - VOC.

Seguindo a abordagem da metodologia CORINAIR (1996), são enfocadas as seguintes atividades: aplicação em tintas, desengraxe de metais, limpeza a seco, processamento de espumas de poliestireno e de poliuretano, indústria de impressão, extração de óleos vegetais comestíveis, uso doméstico, aeração de asfalto e preservação de madeira.

Cabe de antemão, destacar dois obstáculos na geração de estimativas: a limitação dos dados estatísticos, particularmente, nos níveis de desagregação de informação requeridos e a inexistência de fatores de emissões apropriados para os gases NMVOC e as atividades abrangidas nesse setor.

Assim sendo, ao se abordar uma atividade específica que possa ter alguma relevância para o caso brasileiro, mesmo com a ausência de informações estatísticas, consideram-se neste Inventário, como primeira aproximação, os fatores de emissão *per capita* observados em um conjunto de países, aplicados à população economicamente ativa do Brasil.

Os dados relativos às vendas internas e importações de produtos químicos foram extraídos do Anuário da ABIQUIM (ABIQUIM, 1995 e 1997, 2005, 2007 e 2008). A Tabela 3.60 consolida as emissões de NMVOC e VOC nas diversas atividades, para o período de 1990 a 2005.

Tabela 3.60 Evolução das emissões de NMVOC e VOC, por atividade

Aplicação		1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)	
NMVOC	Aplicações de tintas	227,2	299,9	330,9	438,9	73,8	93,2
	Desengraxe de metais	15,1	15,6	8,6	0,9	0,1	-94,3
	Indústria gráfica	48,2	52,7	59,0	67,1	11,3	39,3
	Produção de espumas de poliestireno	0,6	0,9	1,0	1,2	0,2	120,4
	Lavagem a seco	0,7	0,7	1,8	0,2	0,0	-71,8
VOC	Extração de óleos vegetais comestíveis	13,7	16,6	18,0	25,4	4,3	85,7
	Solventes de uso doméstico	44,1	48,2	53,9	61,4	10,3	39,3
Total (VOC + NMVOC)		**349,6**	**434,6**	**473,2**	**595,1**	**100**	**70,2**

3.3.1 Aplicação em tintas

Esta atividade é desagregada em quatro subatividades: produção de autoveículos; construção e edifícios; uso doméstico; e outras aplicações industriais.

3.3.1.1 Produção de autoveículos

A indústria brasileira de autoveículos é de grande porte e intensivamente consumidora de tintas e sua produção está apresentada na Tabela 3.61.

A atividade compreende tanto o revestimento quanto a proteção contra corrosão. As estatísticas de produção brasileira de autoveículos utilizadas para estimar as emissões são apresentadas na Tabela 3.61. A Tabela 3.62 apresenta os fatores de emissão em pintura de autoveículos utilizados neste Inventário.

Tabela 3.61 Produção brasileira de autoveículos

Tipo de veículo	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10^3 unidades)				(%)
Automóveis	663,1	1.248,8	1.361,7	2.011,8	203,4
Comerciais leves	184,8	251,0	235,1	365,6	97,8
Comerciais pesados	66,6	81,5	94,3	153,4	130,3
Caminhões	51,6	64,1	71,7	118,0	128,7
Ônibus	15,0	17,4	22,6	35,4	136,0

Fonte: ANFAVEA, 1997.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 205 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.62 Fatores de emissão correlacionados com a área pintada

Tipo de autoveículo	Superfície pintada	Fator de emissão de NMVOC
	(m^2)	(g / m^2)
Carro pequeno	65	203
Van	120	120
Caminhão	171,5	120
Ônibus	271,5	500

Fonte: CORINAIR (1996).

Para compatibilizar a Tabela 3.61 com a Tabela 3.62, automóveis foram equiparados a carros pequenos e todos os comerciais leves a *vans*. Na Tabela 3.64 são apresentadas as emissões de NMVOC para essa subatividade.

3.3.1.2 Construção e edifícios

Refere-se ao uso de tintas em aplicações arquitetônicas por empresas de construção e pintores profissionais. Para estimar as emissões de NMVOC, utilizou-se o fator de emissão médio *per capita* de 1,2 kg/pessoa/ano, associado à evolução da população economicamente ativa - PEA no Brasil, no período de 1990 a 2005. Na Tabela 3.64 são apresentadas as emissões de NMVOC para essa subatividade.

3.3.1.3 Uso doméstico

Essa subatividade considera o uso de tintas em aplicações domésticas.

De modo análogo à subatividade anterior, usou-se um fator médio de emissão de 0,73 kg /pessoa/ano, em associação com a evolução da PEA. Na Tabela 3.64 apresentam-se as emissões de NMVOC para essa subatividade.

3.3.1.4 Outras aplicações industriais

Esta subatividade compreende a utilização de tintas na construção de navios, na manufatura de artigos metálicos, em produtos de madeira e na produção de artigos de plástico.

Para estimar as emissões dessa subatividade utilizou-se a razão entre a participação dessa subatividade, nas emissões totais de NMVOC, e subatividade produção de autoveículos, em 28 países. Essa razão é apresentada na Tabela 3.63.

Tabela 3.63 Razão entre as médias de participação nas emissões de NMVOC totais de "Outras Aplicações Industriais" e de "Produção de Autoveículos" em 28 países

Subatividade	Contribuição nas emissões totais de NMVOC
A – Produção de autoveículos	0,6 %
B - Outras aplicações industriais	3,3 %
Razão (B / A)	5,5

Na Tabela 3.64 apresentam-se as emissões totais de NMVOC na utilização de solventes em tintas, para o período de 1990 a 2005.

Tabela 3.64 Emissões de NMVOC - aplicação em tintas

Descrição	Unidade	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
						%	
PEA	(10^6 hab)	68,9	75,3	84,2	95,9	-	39,3
Produção de autoveículos	(Gg)	14,5	23,8	25,9	39,0	8,9	169,1
Construção de edifícios		82,6	90,4	101,1	115,1	26,2	39,3
Uso doméstico		50,3	55,0	61,5	70,0	16,0	39,3
Aplicações industriais		79,8	130,8	142,4	214,7	48,9	169,1
Total		**227,2**	**299,9**	**330,9**	**438,9**	**100**	**93,2**

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 206 10/23/10 1:39 AM

3.3.2 Desengraxe de metais

Essa atividade consiste no processo de remoção de sujeira provocada por agentes como graxa, gorduras, óleos, ceras, depósitos de carbono, em metais, plásticos, fibra de vidro, circuitos impressos e outras superfícies, empregando-se, principalmente, solventes clorados.

Tetracloroetileno (também chamado de percloroetileno - PER); cloreto de metileno; tricloroetileno; 1,1,1-tricloroetano e triclorotrifluoretano, são indicados como sendo os solventes clorados mais utilizados nessa atividade. No período de 1990 a 2005, foram identificadas apenas consumos de PER.

Identificaram-se dois dos produtos acima como tendo produção local (ABIQUIM, 1995 e 1997):

- 1,1,1-tricloroetano, produzido até 1991, teve a sua produção descontinuada em função do Protocolo de Montreal. Não foi possível obter a destinação do produto no mercado interno.
- percloroetileno, regularmente produzido no país, tendo na aplicação Desengraxe de Metais 93% das vendas.

Face ao exposto, a estimativa das emissões de NMVOC para essa atividade foi baseada no consumo brasileiro de percloroetileno, que é apresentado na Tabela 3.65. Considerou-se que o desengraxe de metais representava 93% das vendas de PER (ABIQUIM, 1997) para o período 1990 a 1996. Conforme ABIQUIM (2010) e o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED) (2006), pode-se continuar assumindo essa predominância do PER no desengraxe de metais, sendo que, a partir de 2000, os percentuais anuais de suas quantidades disponíveis no mercado, aplicados nessa atividade, passaram a ser mensurados e são os expostos na Tabela 3.65, abaixo. Para o período de 1997 a 1999, foi adotada a média dos percentuais de 1996 e de 2000, isto é, 78%. Atualmente, o Brasil começa a deixar de fabricar o PER. As emissões foram estimadas a partir do consumo aparente de PER, ou seja, a soma da produção interna mais as importações, descontadas as exportações, e adotando-se o fator de emissão *default* de 1,0 kg NMVOC/1,0 kg de solvente usado (CORINAIR, 1996), conforme a Tabela 3.60.

Tabela 3.65 Consumo de percloroetileno para desengraxe de metais

Percloroetileno	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Produção	30.853	33.855	36.239	24.040	-22,1
Importação	0	5.319	2.269	1.671	NA
Exportação	14.583	22.453	24.912	24.486	67,9
Consumo aparente	16.270	16.721	13.596	1.224	-92,5
Uso em desengraxe	15.131	15.551	8.565	857	-94,3
Uso de PER em desengraxe	93%	93%	63%	70%	-

Fonte: ABIQUIM, 1995, 1997, 2005 e 2008.

3.3.3 Limpeza a seco

Essa atividade refere-se ao processo para a limpeza de diversos materiais como peles, couros, produtos têxteis e fibras, a partir da utilização de solventes clorados. O principal solvente empregado na limpeza a seco é o percloroetileno. Para estimar a utilização deste solvente no Brasil será considerado o mesmo percentual de participação no mercado verificado na Europa, onde PER representa 90% do consumo total de solventes para limpeza a seco (CORINAIR, 1996), em função de haver produção local deste insumo no país. Considerou-se ainda que 4% do consumo de PER destinaram-se às lavanderias (ABIQUIM, 1997) e assumiu-se o fator de emissão de 100% do solvente usado. A Tabela 3.66 apresenta o consumo de solventes na limpeza a seco no período de 1990 a 2005, resultando nas emissões de NMVOC apresentadas na Tabela 3.60.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 207 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.66 Consumo de solventes - limpeza a seco

Descrição	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Consumo total PER	16.270	16.721	13.596	1.224	-92,5
Uso de PER em lavanderia	651	669	1.632	184	-71,8
Uso total de solventes	723	743	1.813	204	-71,8

Fonte: ABIQUIM, 1995, 1997, 2005 e 2008.

3.3.4 Processsamento de espumas de poliestireno

A produção de espumas ocorre pela ação de um agente de expansão. No caso das espumas de poliestireno - EPS, utilizadas, principalmente, nos setores de isolamento e embalagens, o agente é o pentano. Já para as espumas flexíveis, utiliza-se água como agente de expansão.

De acordo com CORINAIR (1996), o agente de expansão é incorporado às espumas na proporção de 6%, antes da expansão. Assim, para estimar as emissões de NMVOC nessa atividade, utilizou-se a produção de espumas EPS apresentada na Tabela 3.67. As emissões de NMVOC são apresentadas na Tabela 3.60.

Tabela 3.67 Produção de espumas de poliestireno – EPS

Descrição	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Produção espumas EPS	9.393	14.588	17.073	20.706	120,4

Fonte: ABIQUIM, 1995 e 1997; estimado por crescimento linear a partir de 1997.

3.3.5 Indústria de impressão

A metodologia proposta para estimar as emissões de NMVOC nessa atividade requer o conhecimento das séries históricas do consumo de tintas verificados nos setores de imprensa, publicação/edição, embalagens e outros.

A exemplo do que foi feito em outros setores, foi utilizada a média dos fatores de emissão *per capita* observados em outros países, associando-a à PEA.

Foi utilizado um fator de emissão médio de 0,7 kg/pessoa/ano. As emissões de NMVOC dessa atividade são apresentadas na Tabela 3.60.

3.3.6 Extração de óleos vegetais comestíveis

Essa atividade envolve a extração, por meio de solventes, de óleos comestíveis oriundos de sementes/grãos oleaginosos. Embora em outros países os solventes possam, eventualmente, ser utilizados na secagem dos resíduos provenientes do esmagamento dos grãos/sementes, esse processo não é utilizado no Brasil.

De acordo com a metodologia (CORINAIR, 1996), o fator de emissão de VOC situa-se em um amplo intervalo, de 0,85 a 19 kg VOC/t semente/grão esmagado. É razoável supor que esses fatores dependem de variáveis como tecnologia, eficiência no controle das emissões e tipo de semente/grão processado. Como o Brasil tem uma indústria moderna de processamento de soja, exportadora e de tecnologia de ponta, optou-se pelo limite inferior do intervalo (0,85 kg VOC/t semente/grão esmagado).

A Tabela 3.68 mostra os dados sobre a indústria de óleos comestíveis contidos em semente/grãos oleaginosos para o período de 1990 a 2005. Considerou-se que a participação da soja no total de sementes/grãos esmagados é de 96%. As emissões de VOC correspondentes são apresentadas na Tabela 3.60.

Tabela 3.68 Dados sobre a indústria de óleos comestíveis

Descrição	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)
Soja esmagada	15.435	18.736	21.180	29.862	93,5
Total de grãos esmagados	16.078	19.517	22.063	31.106	93,5

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 208 10/23/10 1:39 AM

3.3.7 Uso doméstico

Essa atividade abrange as seguintes categorias de produtos: cosméticos e de toalete (aerossóis de todos os tipos, perfumes, loções para após a barba, desodorantes, removedores de esmalte), produtos para o lar (aerossóis de todos os tipos, limpadores, desinfetantes, ceras e polidores), construção (adesivos para carpetes e ladrilhos, solventes, removedores de tinta, adesivos para construção) e automóveis (aerossóis de todos os tipos, fluidos para freios, ceras e polidores).

A metodologia para estimar as emissões resultantes dessa atividade sugere o fator médio anual de emissão de 2.566 g VOC/pessoa. Tal fator resulta da média dos fatores de emissão de países selecionados. A utilização direta deste fator médio (oriundo de economias altamente desenvolvidas) acarreta uma superestimação das emissões, ainda que seja utilizada apenas a PEA. Especialistas brasileiros, levando em conta o PIB *per capita*, sugeriram o valor anual de 640 g VOC/pessoa. Os valores estimados de VOC são apresentados na Tabela 3.60.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 209 10/23/10 1:39 AM











Embrapa





Agropecuária

3.4 Agropecuária

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas de grande importância no Brasil. Devido à sua grande extensão de terras agricultáveis e disponíveis para pastagem, o país ocupa um lugar de destaque no mundo quanto à produção nesse setor.

As atividades agropecuárias geram emissões de gases de efeito estufa que ocorrem por diversos processos. A fermentação entérica nos ruminantes é uma das fontes de emissão de CH_4 mais importantes no país com 63,2% de participação na geração deste gás, em 2005. Na pecuária, os sistemas de manejo de dejetos de animais são responsáveis pela emissão de CH_4 e N_2O.

A emissão de CH_4 por cultivo de arroz inundado, que é uma das principais fontes de emissão deste gás no mundo, não é tão expressiva no Brasil, em virtude de uma grande parcela do arroz ser produzida em áreas não inundadas.

A queima imperfeita de resíduos agrícolas produz emissões de CH_4 e N_2O, e, além destas, libera NO_x, e CO. No Brasil, a queima de resíduos ainda é aplicada na cultura de cana-de-açúcar, tendo sido encerrada na cultura de algodão.

A emissão de N_2O em solos agrícolas ocorre principalmente pela deposição de dejetos de animais em pastagem e também pelas práticas de fertilização do solo, que incluem o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos e o manejo de dejetos de animais. A utilização de solos orgânicos para cultivo também gera emissões de N_2O.

3.4.1 Pecuária

Na atividade de criação de animais, existem vários processos causadores de emissões de gases de efeito estufa. A produção de CH_4 é parte do processo de digestão dos herbívoros ruminantes (fermentação entérica); o manejo de dejetos de animais gera emissões tanto de CH_4 quanto de N_2O; a utilização de esterco animal como fertilizante e a deposição no solo dos dejetos de animais em pastagem também produz N_2O.

A pecuária, em particular os herbívoros ruminantes, constitui uma fonte importante de emissões de metano. As categorias de animais considerados pela metodologia do IPCC (1996) incluem: animais ruminantes (gado de leite, gado de corte, búfalos, ovelhas e cabras) e animais não-ruminantes (cavalos, mulas, asnos e suínos). A categoria de aves é incluída apenas na estimativa das emissões pelo manejo de dejetos animais.

Em 2005, o total de cabeças do rebanho nacional foi estimado em 276 milhões, fora as aves, que contavam mais de um bilhão de cabeças. Além dos bovinos, o país possui também quantidades significativas de suínos e ovinos, conforme a Tabela 3.69.

Tabela 3.69 População dos diferentes rebanhos

Categorias de animais	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(10^3 cabeças)				(%)
Bovinos de corte	128.306	138.175	151.991	186.531	45
Vacas leiteiras	19.167	20.068	17.885	20.626	8
Suínos	33.687	35.142	31.562	34.064	1
Ovinos	20.049	18.466	14.785	15.588	-22
Caprinos	11.901	10.879	9.347	10.307	-13
Equinos	6.161	6.382	5.832	5.787	-6
Asininos	1.343	1.313	1.242	1.192	-11
Muares	2.034	1.987	1.348	1.389	-32
Bubalinos	1.398	1.571	1.103	1.174	-16
Galinhas	174.714	207.539	183.495	186.573	7
Galos, pintos e frangos	372.066	473.549	659.246	812.468	118
Codornas	2.464	2.424	5.775	6.838	178

Fonte: IBGE.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 211 10/23/10 1:39 AM

Em 2005, 94% do total de emissões de metano pela pecuária brasileira foi atribuída à fermentação entérica, Tabela 3.70. Considerando ainda o ano de 2005, as categorias de gado bovino contribuíram com 97% das emissões de metano por fermentação entérica e 91% das emissões totais de metano da pecuária.

Tabela 3.70 Estimativa de emissões de metano provenientes da pecuária

Fonte	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Fermentação entérica	8.419	8.995	9.599	11.487	36,4
Manejo de esterco	635	675	678	723	13,8
Emissões totais	**9.054**	**9.670**	**10.277**	**12.210**	**34,8**

As estimativas detalhadas das emissões por fermentação entérica e manejo de dejetos são apresentadas a seguir. As emissões de N_2O devido à adição de esterco ao solo, intencionais ou por animais em pastagem, são tratadas em conjunto com os outros tipos de fertilizantes no item 3.4.4 (emissões diretas de N_2O por solos agrícolas).

3.4.1.1 Fermentação entérica

A produção de CH_4 é proveniente do processo digestivo dos animais ruminantes, ocorrendo em quantidades bem menores em outros herbívoros. A contribuição de animais não ruminantes às emissões globais de metano é considerada não significativa, representando apenas cerca de 5% das emissões totais de metano por animais domésticos e silvestres.

A intensidade de emissão depende do tipo de animal, do tipo e da quantidade de alimento, do seu grau de digestibilidade e da intensidade da atividade física do animal, em função das diversas práticas de criação.

A estimativa dos fatores de emissão é fundamentada no reconhecimento destes parâmetros, o que permitirá a avaliação das emissões. No Brasil, devido à grande extensão territorial e à grande dispersão da atividade, com diversidade de práticas e de tipos de alimentação fornecida aos animais, há uma grande variação desses parâmetros.

Infelizmente, as pesquisas nessa área ainda são insuficientes no país. No entanto, por meio da contribuição de especialistas brasileiros, obtiveram-se os fatores de emissão para o gado bovino, adequados às características de criação e às diferenças regionais. Os valores obtidos mostraram-se consistentemente superiores aos valores *default* do IPCC (1997).

De acordo com as características da dieta, foi estimado que a emissão do gás metano varia entre 4% e 12% da energia bruta do alimento ingerido, podendo ser considerada a média de 8%. Como a produção de metano varia de acordo com a quantidade e qualidade do alimento ingerido, a diferença de várias modalidades e condições de sistemas de produção de animais domésticos resulta em diferentes percentuais de emissão de metano. O consumo de alimento está relacionado ao tamanho do animal, às condições ambientais, à taxa de crescimento e à produção (leite, carne, lã e gestação). Geralmente, quanto maior esse consumo, maior será a emissão de CH_4 e quanto melhor a qualidade da dieta, menor será esta emissão por unidade de alimento ingerido.

Além disso, é preciso considerar que os ruminantes experimentam variações sazonais no suprimento de alimento, considerando as condições climáticas, que alteram a qualidade das pastagens, que se diferencia de acordo com o tipo de solo. Desta forma, é possível observar um padrão sazonal de ganho de peso na estação úmida (quente) e perda de peso na estação seca (fria), que ocorre nos indivíduos com mais de 3,5 anos de idade.

Para a atividade leiteira, observam-se sistemas de produção com diferentes graus de especialização, desde propriedades de subsistência – sem técnicas e produção diária inferior a 10 litros, a produtores altamente especializados – com produção diária acima de 50 mil litros. Estima-se que somente 2,3% das propriedades leiteiras sejam especializadas e que estas respondam a aproximadamente 44% da produção total de leite no país. Em contrapartida, 90% dos produtores considerados de pequeno porte são responsáveis por apenas 20% da produção total. Há ainda um grupo intermediário em termos de especialização da propriedade que corresponde a 7,7% dos produtores que assumem 36% da produção.

Foram estabelecidas características zootécnicas para os períodos de 1990 a 1995, 1996 a 2001 e 2002 a 2006, de acordo com as peculiaridades dos rebanhos no país. Dentro destes períodos, houve uma variação nos dados de digestibilidade e prenhez para as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. A partir desses parâmetros, foram estimados os fatores de emissão de metano para fermentação entérica da pecuária. Para as fêmeas do gado de corte e para o gado leiteiro, os cálculos também levam em conta a produção de

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 212 10/23/10 1:39 AM

leite, considerada a mesma para ambos os casos e disponível por estado e por ano, resultando diferentes fatores de emissão para todos os anos, em cada estado.

Para os outros animais, utilizaram-se os fatores de emissão *default* do IPCC, devido à inexistência de informações nacionais consistentes, aumentando o grau de incerteza das estimativas.

Na Tabela 3.71, é possível conferir as estimativas para as emissões de metano, devido à fermentação entérica, de acordo com a categoria animal.

Tabela 3.71 Emissões de CH_4 por fermentação entérica

Tipo de animal	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Gado bovino	8.004	8.579	9.256	11.129	96,9	39,0
Gado de leite	1.198	1.263	1.178	1.371	11,9	14,5
Gado de corte	6.807	7.316	8.078	9.757	84,9	43,4
Outros animais	415	416	344	358	3,1	-13,7
Total	**8.419**	**8.995**	**9.599**	**11.487**	**100**	**25**

3.4.1.2 Manejo de dejetos de animais

A principal fonte de emissão de metano está relacionada aos dejetos animais tratados sob condições anaeróbias. Isso ocorre devido à atividade de bactérias metanogênicas que atuam em condições anaeróbias produzindo quantidades relevantes de CH_4. Esse processo é favorecido quando os dejetos são estocados na forma líquida.

Devido às características de pecuária extensiva no Brasil, as lagoas de tratamento anaeróbio constituem uma pequena fração dos sistemas de manejo. Mesmo para o gado confinado, observa-se um número restrito de instalações de tratamento de dejetos. Os resíduos dos animais depositados na pastagem secam e decompõem-se no campo, de modo que são esperadas quantidades mínimas de emissão de CH_4 a partir dessa fonte. O uso de esterco como fertilizante não é expressivo no país, sendo estimado em no máximo 20% nos casos de gado de corte e leiteiro e de suínos e, aproximadamente, de 80% no caso das aves.

A estimativa das emissões de CH_4 foi feita utilizando as metodologias recomendadas pelo IPCC. Para o gado bovino e para os suínos foi utilizada a metodologia detalhada, que leva em conta parâmetros nacionais de alimentação, digestibilidade e sistemas de manejo, obtidos com a colaboração de especialistas brasileiros.

A composição do dejeto é determinada pela dieta animal, de modo que quanto maior o conteúdo de energia e a digestibilidade do alimento, maior a capacidade de produção de CH_4. Um gado alimentado com uma dieta de alta qualidade produz um dejeto altamente biodegradável, com maior potencial de gerar metano, ao passo que um gado alimentado com uma dieta mais fibrosa produzirá um dejeto menos biodegradável, contendo material orgânico mais complexo, tal como celulose, hemicelulose e lignina. Esta segunda situação estaria mais associada ao gado criado a pasto em condições tropicais. As maiores emissões de metano provenientes de dejetos animais estão associadas a animais criados sob manejo intensivo.

De acordo com pesquisadores, os sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos suínos existentes no Sul do país consistem de sistemas de estocagem de dejetos. O objetivo é sua aplicação ao solo e valorização como fertilizante agrícola para o milho e outras culturas. Atualmente, os dois sistemas de estocagem de dejetos de suínos mais utilizados são conhecidos como bioesterqueira e esterqueira convencional. Até o ano 1996 existiam poucos biodigestores instalados no país, mas em função de novas tecnologias que surgiram no âmbito do MDL, a partir de 2004 observou-se um aumento na adoção destes equipamentos.

De acordo com pesquisas nacionais, os sistemas de tratamento de dejetos foram divididos em seis períodos: 1990-1999; 2000-2001; 2002-2003; 2004; 2005; e 2006. As diferenças nos três primeiros foram apenas em Santa Catarina. Os dados de compostagem foram inseridos na categoria "outros sistemas". De 1996 a 2003 os dados sobre digestores foram inseridos também na categoria "outros sistemas". Nos anos 2004 e 2005 foram consideradas frações inferiores de digestores em relação a 2006. Informações sobre o tamanho de rebanho (pequenas e médias propriedades, abaixo de 300 animais e grandes propriedades, acima de 300 animais) foram utilizadas também como base para o cálculo das estimativas.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 213 10/23/10 1:39 AM

O manejo de dejetos de animais, dependendo do sistema empregado, também pode produzir, durante seu processamento, emissões de N_2O que estão descritas nas emissões provenientes de solos agrícolas. A estimativa das emissões de N_2O foi feita utilizando a metodologia recomendada pelo IPCC, considerando a participação dos diversos sistemas utilizados para cada tipo de animal. Na ausência de informação sobre fatores de emissão específicos para o Brasil, foram utilizados os valores *default* do IPCC.

As estimativas de emissões de CH_4 por manejo de dejetos de animais podem ser observadas na Tabela 3.72.

Tabela 3.72 Estimativa de emissões de CH_4 por manejo de dejetos animais

Tipo de animal	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Gado bovino	191	205	216	254	35,1	32,8
Gado de leite	36	38	34	40	5,5	10,6
Gado de corte	155	167	182	214	29,6	38,0
Suínos	373	387	365	358	49,5	-4,1
Aves	48	61	78	92	12,7	89,0
Outros Animais	22	23	19	20	2,7	-12,2
Total	**635**	**675**	**678**	**723**	**100**	**105**

3.4.2 Cultivo de arroz

A decomposição anaeróbia de matéria orgânica em campos de arroz irrigados ou inundados é uma importante fonte de CH4. Esse processo não ocorre, porém, quando o arroz é cultivado em terras altas (arroz de sequeiro).

Em contraste com o que ocorre em termos globais, onde o arroz de sequeiro responde por apenas 15% das áreas cultivadas, essas áreas representam a maior parte (63% em 2005) da área cultivada no Brasil a qual foi de 3.916 mil ha em 2005. Sendo o arroz de sequeiro a forma de cultivo mais usada nas regiões Nordeste e Centro-Oeste.

O cultivo de arroz inundado está presente em todas as regiões brasileiras e, assim, sujeito às diferentes influências climáticas, disponibilidade de água para irrigação, tamanho de lavouras e cultivado sob grande variedade de solos, topografias, uso de variedades e formas de manejo. Apesar de ocupar uma menor área de cultivo (1,4 milhões de hectares em 2005), o arroz irrigado responde pela maior parte da produção total de 13,2 milhões de toneladas no Brasil, concentrada no Rio Grande do Sul (70,1% da área de arroz irrigado e 46,3% da produção total) em 2005. O arroz é cultivado, ainda, em sistema de várzea úmida, em menor escala, principalmente no estado de Minas Gerais.

Entre os anos de 1990 e 2005 a produção anual nacional de arroz registrou aumento de 77,8%, com taxa média de crescimento de 3,9% ao ano.

A área total cultivada de arroz em regimes de irrigação ou de várzea pode ser observada na Tabela 3.73.

Tabela 3.73 Área colhida de arroz

Área colhida		1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(10^3 ha)				(%)
Regime contínuo		1.077	1.333	1.262	1.382	28,3
Regime intermitente	Aeração única	-	0	-	-	-
	Múltiplas aerações	19	14	-	-	-100
Regime de várzea	Várzea úmida	162	148	59	46	-72
Total de arroz irrigado		1.258	1.495	1.321	1.428	13,5
Arroz de sequeiro		2.689	2.920	2.344	2.488	-7,5
Total		**3.947**	**4.415**	**3.665**	**3.916**	**-0,8**

Fonte: Embrapa.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 214 10/23/10 1:39 AM

Estudos realizados em diferentes países têm mostrado a influência de vários fatores sobre a emissão de CH_4 em campos de arroz inundado. Esses fatores incluem temperatura, radiação solar, tipo de adubação, tipo de cultivares e tipos de solos. No Brasil, não existem, ainda, dados experimentais que permitam definir fatores de emissão específicos, sob diferentes condições regionais e climáticas. Por esse motivo foram utilizados os fatores *default* do IPCC.

As estimativas das emissões de CH_4, proveniente do cultivo de arroz, podem ser observadas na Tabela 3.74. A diminuição da emissão observada entre os anos de 1994 e 2005 deveu-se à redução da área colhida neste período. Em 2005, as emissões provenientes de cultivo de arroz sob regime de inundação contínua representaram 97,4% e em regime de várzea 2,6% das emissões totais. Na Tabela 3.75, é possível observar a contribuição de cada região do país na emissão de metano por cultivo de arroz.

Tabela 3.74 Emissões de metano de acordo com o regime de cultivo de arroz

Regimes de plantio		1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
		(Gg)				(%)
Regime contínuo		323,1	399,9	378,6	414,7	28,4
Regime intermitente	Aeração única	-	0,0	-	-	-
	Aeração múltipla	1,2	0,9	-	-	-100
Regime de várzea	Várzea úmida	38,8	35,5	14,2	11,0	-71,6
Total		**363,1**	**436,3**	**392,9**	**425,7**	**17,2**

Tabela 3.75 Emissões de metano por cultivo de arroz por região

Região	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Norte	8,8	19,4	16,8	23,3	164,1
Nordeste	16,3	18,0	15,4	16,2	-0,2
Sudeste	67,2	56,2	26,6	20,0	-70,2
Sul	249,8	328,2	321,7	349,8	40,0
Centro-Oeste	21,0	14,6	12,4	16,3	-22,4
Brasil	**363,1**	**436,3**	**392,9**	**425,7**	**17,2**

3.4.3 Queima de resíduos agrícolas

No Brasil, a queima de resíduos agrícolas ainda ocorre, principalmente, na cultura de cana-de-açúcar, a despeito do aumento progressivo da colheita mecanizada nos últimos anos. No entanto, para a cultura de algodão, a prática de queima deixou de ser comum no início da década de 1990, segundo informações levantadas junto a especialistas.

Apesar de a queima de resíduos liberar uma grande quantidade de CO_2, essa emissão não é contabilizada no Inventário, pois, através da fotossíntese, a mesma quantidade de CO_2 é necessariamente absorvida durante o crescimento das plantas. Porém, durante o processo de combustão, outros gases não-CO_2 são produzidos. As taxas de emissão desses gases dependem do tipo de biomassa e das condições da queima. Na fase de combustão com chama, são gerados os gases N_2O e NO_x, sendo que os gases CH_4 e CO são formados sob condições de queima com predomínio de fumaça.

3.4.3.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta de alta eficiência fotossintética, com ótimo crescimento na faixa de temperatura de 20 a 35 °C, de maneira que seu cultivo expandiu-se para os mais diferentes tipos de solos no território nacional, sendo também bastante tolerante à acidez e à alcalinidade. Essa cultura tem grande importância na economia nacional, principalmente devido à produção de açúcar.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 215 10/23/10 1:39 AM

A prática da queima da cana-de-açúcar na pré-colheita foi amplamente utilizada no país até 2005, com intuito de favorecer o rendimento do corte manual, evitar problemas com animais peçonhentos, comuns nas plantações, e facilitar o preparo do terreno para novos plantios. Após 2006, foi observado um grande aumento na proporção da colheita sem queima, atingindo 34% do total da área colhida em 2007.

Atualmente, mais de 55% das áreas de cultivo de cana no estado de São Paulo já são colhidas sem queima (AGUIAR *et al*., 2010), sendo este estado o responsável por mais de 60 % da produção brasileira (UNICA, 2010[49]).

Dados preliminares a respeito da área de produção de cana, resultantes de um levantamento efetuado em 355 usinas no país pela CONAB, para a safra de 2007, indicam que a colheita mecânica abrangeu apenas 4% das áreas no estado de Pernambuco, segundo maior produtor de cana, e apenas 3% no estado de Alagoas. Para anos anteriores a 2006, em razão da ausência de dados e de indicações confiáveis sobre as frações gradativas de ocorrência de mecanização, assumiu-se que toda a área colhida de cana-de-açúcar nesses estados era sujeita à queima.

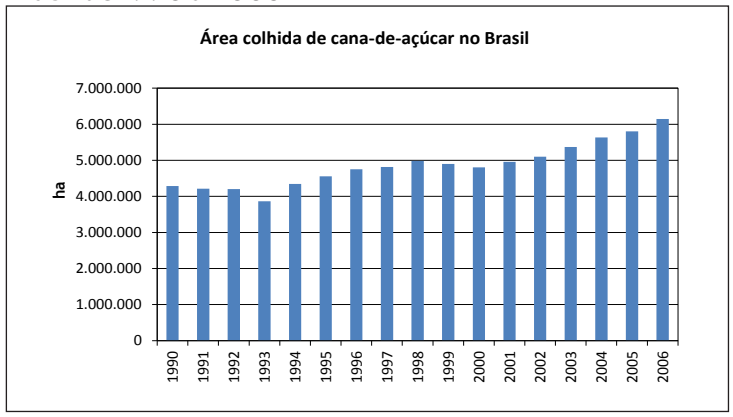
Em 2005, a região que mais contribuiu para as emissões foi a Sudeste com 62,8% do total das emissões médias nesse período, seguida da região Nordeste, que contribuiu com 17,3%. A região Norte foi a que menos contribuiu com as emissões (0,3%). O aumento das emissões de CH_4 no período de 2000 a 2005 pode ser explicado pelo aumento da área colhida de cana no país e pelo aumento no rendimento médio da cultura, refletindo em maior biomassa sujeita à queima. Neste período, ocorreu um aumento de 28,6% de área queimada apenas no estado de São Paulo, o qual contribuiu com 53,1% da área colhida no país em 2005.

A área média anual colhida de cana-de-açúcar, sua produção e rendimento médio podem ser conferidos na Tabela 3.76 e na Figura 3.5.

Tabela 3.76 Área colhida, produção e rendimento da cultura de cana-de-açúcar

Ano	Área colhida	Produção	Rendimento Médio
	(ha)	(t)	(t/ha)
1990	4.287.625	262.674.150	61
1991	4.210.954	260.887.893	62
1992	4.202.604	271.474.875	65
1993	3.863.702	244.531.308	63
1994	4.345.260	292.101.835	67
1995	4.559.062	303.699.497	67
1996	4.750.296	317.016.081	67
1997	4.814.084	331.612.687	69
1998	4.985.624	345.254.972	69
1999	4.898.844	333.847.720	68
2000	4.804.511	326.121.011	68
2001	4.957.897	344.292.922	69
2002	5.100.405	364.389.416	71
2003	5.371.020	396.012.158	74
2004	5.631.741	415.205.835	74
2005	5.805.518	422.956.646	73
2006	6.144.286	457.245.516	74

Figura 3.5 Evolução da área colhida da cana-de-açúcar no Brasil de 1990 a 2006



49 Perspectivas da Expansão da Produção. Elaboração: UNICA, Copersucar e Cogen. Não Publicado.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 216 10/23/10 1:39 AM

Na Tabela 3.77, pode-se observar os valores estimados para a emissão dos gases provenientes da queima de cana-de-açúcar. De 1990 a 2005 observou-se um aumento de 13,7% nas emissões de gases derivadas da queima de resíduos de cana-de-açúcar no país, apesar de o aumento na área colhida de cana ter sido de 35,4%.

Tabela 3.77 Estimativa das emissões para queima de cana-de-açúcar

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				%
CH_4	116,9	130	101,5	132,9	13,7
N_2O	5,8	6,4	5,1	6,6	13,7
CO	2.454,7	2.729,7	2.130,6	2.790,5	13,7
NO_X	208,4	231,8	180,9	236,9	13,7

3.4.3.2 Algodão herbáceo

A cultura do algodão diferencia-se em duas categorias, que são o algodão herbáceo e o algodão arbóreo, este último caracterizado por ser uma cultura perene na qual não ocorre a queima de resíduos.

A área total cultivada de algodão sofreu uma forte redução de 1992 a 1997 (Figura 3.6 e Tabela 3.78), sendo sua produção recuperada posteriormente com um aumento da área na região central brasileira até 2006. Na Figura 3.7 ilustra-se a evolução da área cultivada com algodão herbáceo nas regiões brasileiras em alguns anos de 1990 a 2005, onde fica evidente a redução da área nas regiões Nordeste e Sudeste e aumento na região Centro-Oeste.

Figura 3.6 Evolução da área colhida de algodão herbáceo no Brasil de 1990 a 2006

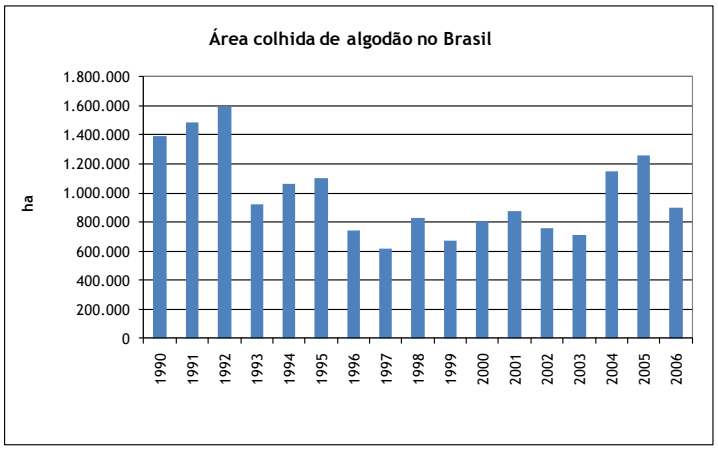
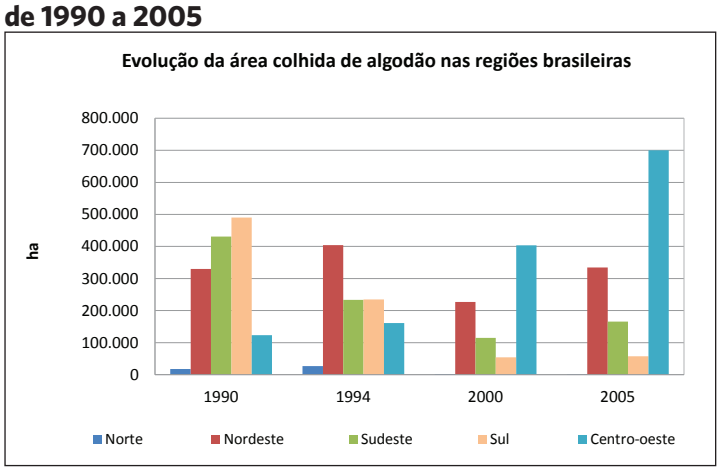


Tabela 3.78 Área colhida, produção e rendimento da cultura de algodão herbáceo

Ano	Área colhida	Produção	Rendimento médio
	(ha)	(t)	(t/ha)
1990	1.391.884	1.783.175	1,28
1991	1.485.963	2.041.123	1,37
1992	1.594.036	1.863.077	1,17
1993	922.593	1.127.364	1,22
1994	1.060.564	1.350.814	1,27
1995	1.103.536	1.441.526	1,31
1996	744.898	952.013	1,28
1997	620.417	821.271	1,32
1998	825.029	1.172.017	1,42
1999	669.313	1.477.030	2,21
2000	801.618	1.759.129	2,19
2001	875.107	2.643.524	3,02
2002	760.431	2.166.014	2,85
2003	712.556	2.199.268	3,09
2004	1.150.040	3.798.480	3,30
2005	1.258.308	3.666.160	2,91
2006	898.008	2.898.721	3,23

Figura 3.7 Evolução da área colhida de algodão por região de 1990 a 2005



Para o presente Inventário, com base em informações obtidas através de consulta aos agentes da cadeia produtiva do algodão e da legislação atual, reavaliou-se a prática de queima como método de erradicação e eliminação dos restos culturais no período posterior a 1990. Segundo especialistas, a prática comum tem sido o de roçar e gradear os restos culturais, incorporando os resíduos ao solo, em concordância com

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 217 10/23/10 1:39 AM

a não obrigatoriedade da queima pela legislação vigente. Nos casos de rebrota, o tratamento químico é mais utilizado. Assim, assumiu-se que houve um período de transição entre a obrigatoriedade e a não obrigatoriedade de queima de resíduos de algodão no início da década de 90, bem como dos mecanismos de erradicação dos restos culturais no campo. Considerou-se que houve uma queda gradativa de 50% para 0%, no período 1990-1995, como fração das áreas que ainda praticavam a queima. Após esse período, assumiu-se a não-existência de queima de resíduos de algodão no país.

Na Tabela 3.79, pode-se observar os valores estimados para a emissão dos gases provenientes da queima de resíduos da cultura de algodão.

Tabela 3.79 Estimativa das emissões para queima de resíduos da cultura de algodão

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				%
CH_4	4,2	0,5	-	-	-100
N_2O	0,3	0	-	-	-100
CO	87,9	11,5	-	-	-100
NO_x	10,5	1,4	-	-	-100

3.4.4 Emissões de N_2O provenientes de solos agrícolas

A utilização de fertilizantes nitrogenados é apontada como o principal motivo do aumento global das emissões de N_2O por solos agrícolas. No Brasil, entretanto, a principal fonte de emissões são os dejetos de animais em pastagem. Emissões de N_2O ocorrem, também, pela aplicação de esterco animal como fertilizante, pelo nitrogênio proveniente de resíduos agrícolas e pela deposição atmosférica de NO_x e NH_3.

As emissões de N_2O provenientes de solos agrícolas foram subdivididas em três categorias, conforme o *Guidelines* 1996:

- emissões de N_2O provenientes dos dejetos de animais em pastagem;
- outras fontes diretas de emissão de N_2O, que incluem o uso de fertilizantes sintéticos, o nitrogênio de dejetos de animais usados como fertilizantes, a fixação biológica de nitrogênio e os resíduos de colheita; e
- fontes indiretas de emissão de N_2O, a partir do nitrogênio usado na agricultura, que incluem a volatilização e subsequente deposição atmosférica de NO_x e NH_3 provenientes da aplicação de fertilizantes, e a lixiviação e o escoamento de nitrogênio de fertilizantes.

As estimativas das emissões de N_2O por solos agrícolas no Brasil estão apresentadas na Tabela 3.80. Em 2005, as emissões totais foram estimadas em 457,4 Gg N_2O, sendo a maior participação a das emissões diretas, na qual os dejetos em pastagens são a causa principal.

De 1990 a 2005, as diferentes fontes de N_2O mantiveram a mesma ordem de importância quanto à contribuição para as emissões totais de N_2O de solos agrícolas. A deposição de excretas de animais em pastagens permaneceu como a fonte mais relevante. As emissões indiretas representaram 27,7% do total em 2005.

É importante destacar que resultados recentes da pesquisa com emissões de N_2O da agricultura nacional não confirmam que a fixação biológica de nitrogênio seja um processo relevante para a emissão de N_2O, tanto que essa fonte de emissão não aparece mais no *Guidelines* 2006. Portanto, a fixação biológica de nitrogênio não foi considerada como fonte de emissão neste Inventário.

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 218 10/23/10 1:39 AM

Tabela 3.80 – Estimativas das emissões de N_2O por solos agrícolas

Fonte	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)	
Emissões diretas	212,8	235,0	251,2	305,7	66,9	43,7
Fertilizantes sintéticos	11,0	16,6	23,6	31,1	6,8	182,5
Aplicação de adubo	13,2	14,3	14,0	15,6	3,4	18,3
Bovinos	4,7	5,0	4,9	5,5	1,2	15,2
Outros	8,5	9,3	9,2	10,2	2,2	20,0
Resíduos agrícolas	15,3	19,0	21,6	29,1	6,4	89,6
Soja	4,8	6,1	8,0	12,5	2,7	157,2
Cana	1,0	1,2	1,8	2,3	0,5	123,5
Feijão	0,8	1,2	1,1	1,0	0,2	35,2
Arroz	0,9	1,2	1,3	1,5	0,3	77,8
Milho	3,5	5,3	5,3	5,7	1,3	64,5
Mandioca	2,7	2,7	2,5	2,8	0,6	6,4
Outras	1,7	1,4	1,7	3,2	0,7	88,0
Solos orgânicos	7,5	9,0	11,1	12,8	2,8	70,3
Animais em pastagem	165,7	176,2	180,8	217,1	47,5	31,0
Bovinos	144,0	154,7	162,7	198,4	43,4	37,8
Outros	21,7	21,5	18,1	18,6	4,1	-14,4
Emissões indiretas	104,8	116,4	124,8	151,1	33,1	44,1
Deposição atmosférica	21,1	23,0	24,2	29,1	6,4	37,8
Fertilizantes sintéticos	1,2	1,8	2,6	3,5	0,8	182,5
Adubo animal	19,9	21,2	21,6	25,6	5,6	28,9
Bovinos	15,6	16,7	17,5	21,2	4,6	36,1
Outros	4,3	4,5	4,1	4,4	1,0	2,6
Lixiviação	83,7	93,3	100,6	122,0	26,7	45,7
Fertilizantes sintéticos	9,2	13,9	19,7	25,9	5,7	182,5
Adubo animal	74,5	79,5	81,0	96,1	21,0	28,9
Bovinos	58,4	62,7	65,6	79,5	17,4	36,1
Outros	16,1	16,8	15,4	16,5	3,6	2,6
Total	**317,7**	**351,4**	**376,0**	**456,8**	**100**	**43,8**

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 219 10/23/10 1:39 AM

3.4.4.1 Emissões de N_2O por deposição de dejetos por animais em pastagem

Os dejetos depositados nos solos por animais durante a pastagem são a fonte mais importante das emissões de N_2O por solos agrícolas no Brasil, devido ao grande rebanho e ao fato de a criação extensiva ser a prática predominante de gado no país. Os sistemas de produção ainda se caracterizam por grande extensão territorial, com manejo de pastagens realizado de forma contínua.

No Brasil, entre 1990 e 2005, o total de nitrogênio excretado diretamente nas pastagens sofreu um aumento considerável (31,0%), sendo possível observar essa evolução nos dados da Tabela 3.82. As emissões de N_2O devido aos animais em pastagem representaram 47,5% das emissões de N_2O de solos agrícolas, em 2005, sendo o gado bovino o maior contribuinte para essa emissão.

As emissões de N_2O foram estimadas utilizando os fatores *default* do IPCC para o conteúdo de nitrogênio nos dejetos de animais e para o fator de emissão de N_2O por quantidade de nitrogênio depositado. Dentre as regiões brasileiras, no ano de 2000, o Centro-Oeste possuía o maior número de cabeças de gado de corte, correspondendo a 37,3% do rebanho brasileiro. Na Tabela 3.82, pode-se observar que essa região oferece a maior contribuição em quantidade de nitrogênio proveniente de dejetos animais aplicado diretamente em pastagem.

A produção de bovinos de corte no início dos anos 2000 caracterizou-se por uma migração da região Sudeste para as regiões Centro-Oeste e Norte, que pode justificar o incremento da quantidade de nitrogênio aplicado diretamente ao solo nas regiões Norte e Centro-Oeste.

Tabela 3.81 Fertilizante sintético aplicado em solos agrícolas, por região

Região	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
	(t N)				(%)	
Norte	1.273	2.781	13.731	22.692	1,0	1.683
Nordeste	80.013	117.103	147.286	197.012	8,9	146
Sudeste	402.060	541.614	721.382	977.190	44,4	143
Sul	231.403	386.882	499.749	631.653	28,7	173
Centro-Oeste	64.566	128.560	286.047	372.857	16,9	477
Brasil	**779.315**	**1.176.940**	**1.668.195**	**2.201.404**	**100**	**182**

3.4.4.2 Emissões de N_2O por outras fontes diretas

Uso de fertilizante sintético

Os principais fertilizantes nitrogenados utilizados no Brasil são a ureia, a amônia, o nitrato de amônio anidro e o sulfato de amônio. O consumo total de fertilizantes nitrogenados sintéticos, no Brasil em 2005, foi 2,2 milhões de toneladas de conteúdo de nitrogênio, com um crescimento de 182% em relação ao consumo de 1990. Parte desse nitrogênio é incorporado nas plantas e no solo, parte volatiliza na forma de NO_x e NH_3 e parte é emitida na forma de N_2O. Na ausência de estudos específicos de fatores de emissão para as condições de manejo e clima do Brasil, foram utilizados os fatores *default* do IPCC.

O consumo de nitrogênio na forma de fertilizante no país vem aumentando de forma linear, a uma taxa de 97,2 mil toneladas de nitrogênio ao ano. A participação da região Sudeste no consumo total de fertilizantes nitrogenados no país diminuiu entre 1990 e 2005, mas ainda assim respondeu pela maior fatia de consumo no país em 2005, com 44,4% do total como mostra a Tabela 3.81. As emissões diretas de N_2O por uso de fertilizantes sintéticos representaram 6,8% das emissões de N_2O de solos agrícolas, em 2005, conforme a Tabela 3.80.

Manejo de dejetos animais

As emissões de óxido nitroso (N_2O) estimadas nesta seção estão relacionadas ao N_2O produzido durante o armazenamento e tratamento de dejetos animais, antes de serem aplicados ao solo como adubo. O termo dejeto ou esterco é usado aqui coletivamente para os resíduos sólidos e líquidos produzidos pela pecuária. A emissão de N_2O dos dejetos durante o armazenamento e tratamento depende do

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 220 10/23/10 1:39 AM

nitrogênio e carbono neles contidos, da duração da estocagem e do tipo de tratamento. O termo "sistema de manejo" é usado para todos os tipos de armazenamento e tratamento de esterco.

A quantidade de nitrogênio excretada pelos animais que não ocorre diretamente nas pastagens é assumida como sendo aplicada ao solo como adubo.

De acordo com as práticas utilizadas em cada região, considerou-se que os dejetos manejados, utilizando os sistemas de lagoa anaeróbica, armazenamento sólido, *dry lot*, pastagem, esterqueira e biodigestor, são aplicados no campo como fertilizante. Como fatores de emissão de N_2O, foram adotados os valores *default* do IPCC. As emissões diretas de N_2O por uso de esterco animal como fertilizante representaram 3,4% das emissões de N_2O de solos agrícolas em 2005, conforme a Tabela 3.80.

Exceto a categoria de suínos e a de galináceos, a maior parte das excretas é depositada diretamente nas pastagens. No caso dos animais cujo esterco é "não manejado", isto é, animais de pastagem e piquete, os dejetos não são armazenados nem tratados, mas depositados diretamente no campo.

Tabela 3.82 Quantidade de nitrogênio em dejetos de animais

Sistema	Região	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
		(t Nex[1])				(%)	
Animais em pastagem	Norte	514.405	654.575	826.639	1.358.545	19,7	164,1
	Nordeste	1.157.440	1.029.980	1.004.210	1.162.718	16,8	0,5
	Sudeste	1.262.937	1.309.611	1.227.253	1.281.403	18,6	1,5
	Sul	872.450	905.474	843.641	877.841	12,7	0,6
	Centro-Oeste	1.465.912	1.705.973	1.851.101	2.226.094	32,2	51,9
	Total	**5.273.143**	**5.605.614**	**5.752.843**	**6.906.602**	**100,0**	**31,0**
Outros sistemas de manejo	Norte	71.207	83.657	61.546	64.687	5,2	-9,2
	Nordeste	207.200	195.023	171.135	181.051	14,6	-12,6
	Sudeste	299.922	316.080	313.788	336.297	27,0	12,1
	Sul	349.212	404.250	432.639	485.119	39,0	38,9
	Centro-Oeste	123.310	136.990	138.503	176.124	14,2	42,8
	Total	**1.050.851**	**1.135.999**	**1.117.611**	**1.243.278**	**100**	**18,3**

1 Nitrogênio excretado

As quantidades de nitrogênio em dejetos usados para adubação que geram diretamente emissões de N_2O são estimadas em 80% do total, sendo os 20% restantes correspondentes às perdas por volatilização de NH_3 e NO_x, que irão gerar emissões indiretas de N_2O.

A Tabela 3.83 apresenta as emissões de N_2O dos sistemas de manejo de dejetos no Brasil, que não incluem os depositados diretamente em pastagens, mostrando que são predominantes na região Sul do país.

Tabela 3.83 Resumo das estimativas de N_2O de manejo de dejetos no Brasil

Região	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)	
Norte	0,73	0,87	0,66	0,67	5,2	-8,0
Nordeste	2,36	2,33	2,13	2,27	17,7	-4,1
Sudeste	2,95	3,22	3,47	3,79	29,6	28,4
Sul	2,98	3,64	3,94	4,45	34,7	49,2
Centro-Oeste	1,01	1,16	1,29	1,65	12,8	63,0
Total	**10,03**	**11,21**	**11,49**	**12,82**	**100**	**27,8**

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 221 10/23/10 1:39 AM

Fixação biológica de nitrogênio

O processo de redução de N_2 atmosférico para formas combinadas de N-amoniacal, por intermédio de organismos vivos, é denominado de fixação biológica do nitrogênio. No Brasil, a prática de inoculação com bactérias específicas para fixação de N_2 é rotineiramente utilizada apenas na cultura da soja, não existindo informações disponíveis sobre sua aplicação em outras culturas.

Em relação às emissões de N_2O decorrentes do processo de fixação biológica de nitrogênio - FBN por leguminosas, tal como consta no *Guidelines* 1996, Rochette e Janzen (2005) mostraram não existir dados na literatura que confirmem a existência de uma relação dos dois processos, e por isso a FBN não é mais considerada como fonte de N_2O na metodologia do *Guidelines* 2006. A confirmação de que o cultivo da soja não implica em emissões de N_2O devidas à FBN associada à cultura foi conseguida por Cardoso *et al.* (2008) ao não encontrar diferenças entre as emissões de N_2O medidas em solo plantado com uma variedade nodulante e outra não-nodulante (incapaz de se beneficiar da FBN). No Sul do Brasil, Jantalia *et al.* (2008) também não registraram emissões de N_2O durante o crescimento de uma lavoura de soja que sugerissem a FBN como fonte relevante desse gás.

Por isso, para este Inventário, foi retirada a FBN como fonte de N_2O, tal como descrito na metodologia do *Guidelines* 2006, corroborado pelas pesquisas nacionais.

Resíduos de colheita

O nitrogênio contido nos resíduos de colheita de culturas que são incorporados ao solo é também fonte de emissão de N_2O. Para estimar essas emissões foram utilizadas as produções anuais e a quantidade de matéria seca por tipo de cultura. As principais culturas consideradas foram a cana-de-açúcar, o milho, a soja, o arroz, o feijão e a mandioca.

A área ocupada por culturas temporárias representa cerca de 90% do total e manteve-se praticamente a mesma do ano 1990 ao ano 2003, com pequenas oscilações. A partir de 2003, houve uma tendência de aumento da área plantada com culturas temporárias, de 52 para 56 milhões de hectares, entre 2003 e 2006. Apesar da grande variedade de espécies agrícolas plantadas no território nacional, apenas cinco culturas respondiam por 78% da área plantada em 2006. A soja é a que ocupava a maior área (33%), seguida por milho (22,5%), cana-de-açúcar (11,4%), feijão (6,4%) e arroz (4,7%).

Considerando a quantidade de nitrogênio contido no resíduo para cada cultura principal, além das outras temporárias, tem-se entre 1990 e 2005, um aumento de 92,5% na quantidade de nitrogênio que retorna aos solos agrícolas (Tabela 3.84), sendo o cultivo de soja o principal contribuinte.

Tabela 3.84 Quantidade de nitrogênio em resíduos deixados em solos agrícolas por cultura

Cultura	1990	1994	2000	2005	Participação em 2005	Variação 1990-2005
	(t)				(%)	
Soja	308.484	386.528	508.834	793.496	42,1	157,2
Milho	221.385	336.910	335.182	364.139	19,3	64,5
Feijão	49.241	74.258	67.352	66.588	3,5	35,2
Arroz	54.232	77.032	81.372	96.413	5,1	77,8
Cana-de-açúcar	65.863	73.242	115.486	148.001	7,8	124,7
Mandioca	169.233	170.223	160.341	180.017	9,5	6,4
Outras	111.493	91.150	112.428	237.614	12,6	113,1
Total	**979.931**	**1.209.342**	**1.380.995**	**1.886.270**	**100**	**92,5**

parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 222 10/23/10 1:39 AM

Em razão da inexistência de dados confiáveis relativos aos resíduos provenientes das culturas permanentes (café, coco, laranja, entre outras), não foi calculada a quantidade de nitrogênio que retorna como resíduo destas culturas. Os parâmetros utilizados para culturas temporárias (fração da matéria seca do produto colhido) não serviriam de referência para os resíduos das permanentes.

Para as culturas temporárias, fez-se um levantamento da literatura existente para estimar a fração de matéria seca do produto e a fração de nitrogênio da parte aérea da planta. Na ausência de melhores informações, foram utilizados os fatores de emissão *default* do IPCC para o conteúdo de nitrogênio nos resíduos e para a parcela de resíduo que permanece no campo. As emissões diretas de N_2O devido aos resíduos de colheita representaram 6,4% das emissões de N_2O dos solos agrícolas em 2005, conforme a Tabela 3.80, sendo as seis culturas principais responsáveis por 89% das emissões de todas as culturas.

Solos com alto conteúdo de matéria orgânica

No Brasil, não estão disponíveis as informações sobre solos, em escalas adequadas, para se estimar a área efetivamente cultivada de solos orgânicos em cada ano.

Pela reduzida área que representam os organossolos no Brasil, associada à grande incerteza na distribuição e uso agrícola, assumiu-se, para as estimativas de emissões de N_2O, uma área de um milhão de hectares, dos quais 40% estariam em uso em 1990, alcançando em 2006 uma exploração de 70% do total.

3.4.4.3 Emissões de N_2O por fontes indiretas

Deposição atmosférica de NO_x e NH_3

Parte do nitrogênio contido nos fertilizantes sintéticos e nos dejetos de animais, usados como fertilizantes, volatiliza na forma de NO_x e NH_3. Essa parte é descontada quando se estima as emissões devido às fontes diretas. Entretanto, parte desses gases volta a se depositar na superfície terrestre e, se essa deposição ocorrer em solos agrícolas, pode resultar em emissão adicional de N_2O. É impossível determinar em que área essa deposição irá ocorrer, podendo, inclusive, ser nos oceanos. Da mesma forma, NO_x e NH_3 originados de outras fontes, como combustão, podem depositar-se em solos agrícolas. Portanto, a incerteza sobre essa parcela de emissões é muito grande. Adotou-se o critério de considerar a deposição total correspondente aos gases volatilizados a partir dos solos agrícolas. Foram utilizados os fatores de emissão *default* do IPCC. As emissões de N_2O provenientes da deposição atmosférica de NO_x e NH_3, em 2005, representaram 6,4% das emissões de N_2O dos solos agrícolas crescendo 38% com relação ao valor estimado em 1990, conforme a Tabela 3.80.

Lixiviação e escoamento superficial de nitrogênio

Parte do nitrogênio que é aplicado aos solos agrícolas através de fertilizantes sintéticos ou dejetos de animais é lixiviado e escoa por meio de rios até o oceano. Nesses ambientes ocorrem também emissões de N_2O, classificadas como emissões indiretas da aplicação de fertilizantes. A incerteza sobre os fatores de emissão de N_2O pelo escoamento desse nitrogênio é muito grande, não existindo avaliação sobre os valores mais apropriados às variadas condições no Brasil. Utilizaram-se os fatores de emissão *default* do IPCC. Em 2005, as emissões de N_2O devido à lixiviação e ao escoamento do nitrogênio aplicado como fertilizante representaram 26,7% das emissões de N_2O de solos agrícolas, crescendo 45,7% com relação ao valor estimado para 1990, conforme a Tabela 3.80.

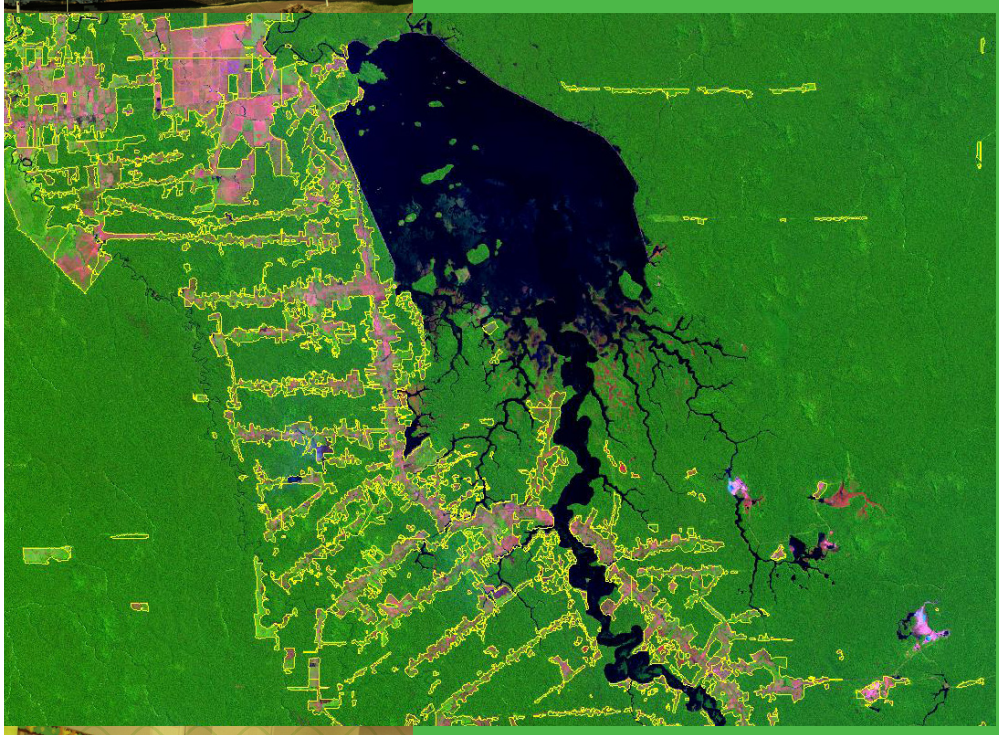
parte2-cap3subcapitulo3.2,3.3e3.4.indd 223 10/23/10 1:39 AM















Mudança do Uso da Terra e Florestas

3.5 Mudança do Uso da Terra e Florestas

Como observado na seção 1.2.5, no presente Inventário o setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas foi ampliado, incluindo as emissões antrópicas em áreas onde não tenha havido mudança do uso.

As metodologias adotadas para a elaboração desta parte do Inventário são consistentes com as apresentadas no *Good Practice Guidance* 2003, cujo uso, apesar de não ser mandatório para países em desenvolvimento, deve-se à relevância das emissões associadas à Mudança do Uso da Terra e Florestas - LUCF, relatadas na Comunicação Inicial do Brasil à Convenção (BRASIL, 2004). Ainda por esse motivo, foi selecionada a abordagem mais detalhada descrita no *Good Practice Guidance* 2003 que requer observações espacialmente explícitas (e completas) do uso da terra e da mudança do uso da terra.

A estimativa das emissões baseia-se na correta representação das áreas e sua associação a categorias de uso de acordo com os princípios estabelecidos no *Good Practice Guidance* 2003, tais como o uso, sempre que possível, de abordagens adequadas, consistentes, completas e transparentes.

Uma das maiores dificuldades em relatar as emissões e remoções do setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas é a identificação da parcela antrópica das emissões líquidas totais. Visando estabelecer uma forma de resolver essa dificuldade e permitir uma maior comparabilidade dos inventários dos países, o *Good Practice Guidance* 2003 desenvolve o conceito de "Área Manejada" (*Managed Land*), já introduzido no *Guidelines* 1996 de forma menos explícita, como sendo a área submetida ao processo de planejamento e implementação de práticas para manejo e uso da terra com vista a cumprir relevantes funções ecológicas, econômicas e sociais. De acordo com esse conceito, todas as emissões e remoções em áreas manejadas são consideradas antrópicas enquanto as emissões e remoções em áreas não manejadas são consideradas como não antrópicas, exceto quando a área não manejada for convertida para outros usos, conforme estabelece o *Guidelines* 1996.

Para este inventário, definiu-se como "Área Manejada" todas as áreas de floresta e de vegetação nativa não-florestal (Campo) contidas em Terras Indígenas - TI e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (Lei 9985/2000), excetuando-se as Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPNs, pela falta de informação adequada, sendo as demais áreas de vegetação nativa consideradas como "Área não Manejada".

As estimativas das emissões antrópicas líquidas por fontes e remoções por sumidouros de CO_2 associadas à mudança do uso da terra e florestas entre dois instantes de tempo consideram todos os compartimentos de carbono conforme propõe o *Good Practice Guidance* 2003 (biomassa viva acima do solo, biomassa viva abaixo do solo (raízes), galhos finos e folhas mortas (serapilheira fina), galhos grossos mortos (serapilheira grossa) e o carbono de solo).

Para o presente Inventário foram tomadas como base as emissões líquidas médias para o período compreendido entre os anos de 1994 e 2002 calculadas no Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Mudança do Uso da Terra e Florestas", utilizando a metodologia mais detalhada do *Good Practice Guidance* 2003, descrita a seguir.

A partir desses resultados foram estimadas as emissões líquidas anuais para o período 1990 a 2005, como descrito na seção 3.5.3.8.

3.5.1 Metodologia

3.5.1.1 Representação de áreas

Para fim deste relatório, o *Tier* 3 (IPCC, 2003), que requer observações espacialmente explícitas de mudança do uso da terra, foi a selecionada. Todo o território nacional foi subdividido em unidades espaciais (células) na forma de polígonos que resultaram da integração das seguintes fontes de dados (planos de informação):

- Bioma
- Limites municipais
- Fisionomia vegetal
- Tipo de solo
- Uso da terra em 1994 e
- Uso da terra em 2002

Essas informações foram utilizadas para estimar as emissões e remoções de CO_2 no período 1994 a 2002. Cada um dos planos de informação (*layers*) é detalhado a seguir.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 225 10/23/10 1:40 AM

Biomas Brasileiros

O território nacional foi subdividido em seis grandes biomas definidos pelo IBGE (IBGE, 2004), a saber: Amazônia, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga e Pampa, como mostra a Figura 3.8.

Os nomes dos biomas estão geralmente associados ao tipo de vegetação predominante, ou ao relevo, como no caso do Bioma Pantanal, que constitui a maior superfície inundável (*wetland*) interiorana do mundo. O Bioma Amazônia é definido pela unidade de clima, fisionomia florestal e localização geográfica. O Bioma Mata Atlântica, que ocupa toda a faixa continental atlântica leste brasileira e se estende para o interior no Sudeste e Sul do País, é definido pela vegetação florestal predominante e relevo diversificado. O Pampa, restrito ao Rio Grande do Sul, se define por um conjunto de vegetação de campo em relevo de planície. A vegetação predominante dá nome ao Cerrado, segundo bioma do Brasil em extensão, que se estende desde o litoral maranhense até o Centro-Oeste e ao Bioma Caatinga, típico do clima semi-árido do sertão nordestino.

Figura 3.8 Biomas brasileiros



Fonte: IBGE, 2004.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 226 10/23/10 1:40 AM

Na Tabela 3.85 apresenta-se a área aproximada de cada bioma e o correspondente percentual relativo à área total do território brasileiro.

Tabela 3.85 Área dos biomas brasileiros

Biomas Continentais Brasileiros	Área Aproximada (km²)	Participação (%)
Amazônia	4.196.943	49,29
Cerrado	2.036.448	23,92
Mata Atlântica	1.110.182	13,04
Caatinga	844.453	9,92
Pampa	176.496	2,07
Pantanal	150.355	1,76
Brasil	**8.514.877**	**100**

Fonte: IBGE, 2004.

Limites Municipais

A inclusão de um plano de informação com os limites políticos (estados e municípios) tem como objetivo permitir a utilização de informações estatísticas secundárias como verificação do processo de interpretação das imagens de satélite, bem como estabelecer parâmetros diferenciados por estado ou município para informações que não podem ser identificadas por análise de imagens (e.g. culturas agrícolas, espécies utilizadas em reflorestamento).

Neste trabalho, foi utilizada a Malha Municipal Digital 2005 do IBGE. Essa versão retrata a situação vigente da Divisão Político-Administrativa do Brasil - DPA referente ao ano base 2005. A Malha Municipal Digital 2005 totaliza 5.564 municípios.

Fisionomia Vegetal

O Mapa de Vegetação do Brasil, segundo IBGE (2004), reconstitui a situação da vegetação no território brasileiro na época do seu descobrimento e ressalta que no país ocorrem dois grandes conjuntos vegetacionais: um florestal, que ocupa mais de 60% do território nacional, e outro não-florestal, com influência campestre. As formações florestais são constituídas pelas florestas ombrófilas (típica de regiões onde não falta umidade durante todo o ano) e estacionais (típicas de regiões em que falta umidade durante um período do ano) situadas tanto na Amazônia quanto nas áreas extra-Amazônia, mais precisamente na Mata Atlântica. Na Amazônia, predominam as florestas ombrófilas densas e abertas, com árvores de médio e grande porte, com ocorrência de cipós, bromélias e orquídeas.

As formações não-florestais/campestres são constituídas pelas tipologias de vegetação abertas, mapeadas como: a) savana, correspondente ao Cerrado que predomina no Brasil central, ocorrendo também em pequenas áreas em outras regiões do país, inclusive na Amazônia; b) savana estépica que inclui a caatinga nordestina, os campos de Roraima, o Pantanal mato-grossense e uma pequena ocorrência no extremo oeste do Rio Grande do Sul; c) estepe que corresponde aos campos, do planalto e da campanha, do extremo sul do Brasil; e d) campinarana, um tipo de vegetação decorrente da falta de nutrientes minerais no solo e que ocorre na Amazônia, na bacia do rio Negro.

O mapa traz ainda a indicação das áreas das formações pioneiras que abrigam a vegetação das restingas, dos manguezais e dos alagados, além das áreas de tensão ecológica, onde ocorrem os contatos entre tipos de vegetação, e os chamados refúgios vegetacionais, onde a vegetação em geral é constituída por comunidades relíquias.

Os dados digitais do mosaico do Mapa de Vegetação do IBGE 2004 foram obtidos diretamente na página *internet* do IBGE (http://www.ibge.gov.br).

Na Tabela 3.86, apresentam-se as fisionomias vegetais agregadas[50] que foram consideradas neste relatório e as abreviaturas pelas quais serão referidas no restante do texto.

50 O mapa original de vegetação do IBGE (2004) apresenta classes de transição entre diversos tipos de vegetação. Para que se pudesse associar a cada fisionomia vegetal um único valor de estoque de carbono, o mapa original de vegetação foi reclassificado, considerando apenas as fitofisionomias dominantes, sem as classes de transição, baseando-se, principalmente, em informações mais detalhadas obtidas dos mapas de vegetação do SIVAM, do RADAM e do PROBIO disponíveis para o Brasil ou regiões.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 227 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.86 Fisionomias vegetais

Fisionomia	Denominação	Abreviatura
Floresta	Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	Aa
	Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas	Ab
	Floresta Ombrófila Aberta Montana	Am
	Floresta Ombrófila Aberta Submontana	As
	Floresta Estacional Decidual Aluvial	Ca
	Floresta Estacional Decidual Terras Baixas	Cb
	Floresta Estacional Decidual Montana	Cm
	Floresta Estacional Decidual Submontana	Cs
	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Da
	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Db
	Floresta Ombrófila Densa Montana	Dm
	Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana	Dl
	Floresta Ombrófila Densa Submontana	Ds
	Estepe Arborizada	Ea
	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Fa
	Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas	Fb
	Floresta Estacional Semidecidual Montana	Fm
	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs
	Campinarana Arborizada	La
	Campinarana Florestada	Ld
	Floresta Ombrófila Mista Aluvial	Ma
	Floresta Ombrófila Mista Alto Montana	Ml
	Floresta Ombrófila Mista Montana	Mm
	Floresta Ombrófila Mista Submontana	Ms
	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	Pa
	Pioneiras com influência fluviomarinha (mangue)	Pf
	Pioneiras com influência marinha (restinga)	Pm
	Savana Arborizada	Sa
	Savana Florestada	Sd
	Savana Estépica Arborizada	Ta
	Savana Estépica Florestada	Td
Campo	Estepe Gramíneo-Lenhosa	Eg
	Estepe Parque	Ep
	Campinarana Arbustiva	Lb
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa	Lg
	Refúgio Alto-Montano	Rl
	Refúgio Montano	Rm
	Refúgio Submontano	Rs
	Savana Gramíneo-Lenhosa	Sg
	Savana Parque	Sp
	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa	Tg
	Savana Estépica Parque	Tp

Tipos de Solo

O cálculo de estoque de carbono dos solos seguiu a metodologia adotada pelo Inventário Inicial e consistiu nas seguintes etapas:

1) Adaptação do mapa de solos do Brasil EMBRAPA/IBGE (2004), na escala 1:5.000.000;

2) Adaptação do mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 2004). Foram utilizados os mapas de solos e de vegetação do IBGE (2004), na escala 1:5.000.000;

3) Geração do mapa da associação solo-vegetação.

As 69 classes inseridas nas 18 ordens do sistema brasileiro de classificação de solos foram reclassificadas, conforme o IPCC (1996; 2003), em seis grandes grupos de solos: Solos com argila de atividade alta (S1), Latossolos com argila de atividade baixa (S2), Não-Latossolos com argila de atividade baixa (S3), Solos arenosos (S4); Solos hidromórficos (S5) e Outros Solos (S6). Esse reagrupamento atende a necessidade de se avaliar as mudanças de estoque de carbono.

As classes de vegetação foram agregadas em categorias conforme critérios sugeridos pelo Inventário Inicial, baseados no mapa de vegetação do IBGE (2004). Obtiveram-se assim, 15 categorias. As áreas de contato foram inclusas nesse agrupamento, associando-as a cada uma das 15 categorias conforme a dominância da vegetação e localização. Para essa chave de classificação, as categorias ficaram assim distribuídas: Floresta Amazônica Aberta (V1), Floresta Amazônica Densa (V2), Floresta Atlântica (V3), Floresta Estacional Decidual (V4), Floresta Estacional Semi-decidual (V5), Floresta Ombrófila Mista (V6), Savana Sul (V7), Savana Amazônica (V8), Cerrado (V9), Estepe do Sul (V10), Estepe Nordeste (Caatinga) (V11), Estepe Oeste (Pantanal) (V12), Estepe do Sul (V10), Savana Amazônica (V8), Refúgios Ecológicos de Montanhas e Terras Altas (V13), Áreas de Formação Pioneira (V14) e Áreas Arenosas e Vegetação Lenhosa Oligotrófica de Áreas Pantanosas (V15).

Uso da Terra

O IPCC (2003) aponta seis amplas categorias: Floresta, Campo, Agricultura, Áreas Alagadas, Áreas Urbanas e Outras Áreas. Com base nessas categorias amplas do *Good Practice Guidance* 2003 foram definidas as categorias de uso da terra para este relatório, da forma abaixo:

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 228 10/23/10 1:40 AM

- Floresta

A categoria Floresta foi definida como toda área com as seguintes características:

a) valor mínimo de cobertura de copa das árvores: 10 por cento; b) valor mínimo de área de terra: 0,5 hectare; e c) valor mínimo de altura de árvore: 5 metros.

A categoria Floresta foi subdividida nas categorias:

i) Floresta Primária

Floresta em que a ação humana não provocou significativas alterações das suas características originais de estrutura e de espécies. Também denominada Floresta Clímax.

ii) Floresta Primária com Extração Seletiva de Madeira
O corte seletivo está associado às áreas onde ocorre a exploração predatória de madeira em florestas nativas, basicamente na Amazônia, onde a abertura de picadas e de pátios para extração e armazenamento de madeira é detectada por sensores remotos devido à alteração na resposta espectral dos alvos (florestas). Após a exploração, essas áreas podem vir a ser novamente exploradas, convertidas em usos agropecuários ou mesmo abandonadas. Essa subcategoria só foi identificada para o bioma Amazônia e não foi identificada para o ano de 1994.

iii) Floresta Secundária

São áreas de vegetação secundária nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração e antes que tenham condições de alcançar os limites definidos para Floresta.

iv) Reflorestamento

Compreende as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de essências florestais (acácia-negra, eucalipto, pinheiro, etc.), incluindo as áreas ocupadas com viveiros de mudas de essências florestais. O reflorestamento comercial destina-se basicamente a venda de produtos florestais como celulose, madeira e lenha, além de outros serviços para satisfazer as demandas do mercado.

- Campo

a) Campo de Vegetação Primária

Campo em que a ação humana não provocou significativas alterações das suas características originais de estrutura e de espécies.

b) Campo de Vegetação Secundária

São áreas de vegetação secundária nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração, e que não ultrapassam os limites definidos para Floresta.

c) Pastagens

Abrangem as áreas destinadas ao pastoreio e formadas mediante plantio.

- Agricultura

Abrange todas as áreas cultivadas com lavouras temporárias e permanentes.

- Áreas Alagadas

Extensão de marismas, pântanos, turfeiras ou águas de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluindo as extensões de água marinha, cuja profundidade na maré-baixa não excede 6 (seis) metros. Inclui: a) Lagos e Rios; b) Reservatórios.

- Áreas Urbanas

É a área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por lei municipal, caracterizada pela edificação contínua e a existência de equipamentos sociais destinados às funções básicas, como habitação, trabalho, recreação e circulação.

- Outras Áreas

Formações rochosas, mineração, dunas, etc.

- Não Observado

Área não sensoriada.

Na Tabela 3.87, sintetizam-se as categorias de uso da terra consideradas neste relatório juntamente com as abreviaturas pelas quais serão referidas a seguir.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 229 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.87 Categorias de uso da terra

Abreviatura	Categoria	Categoria IPCC
FNM	Floresta não manejada	Floresta (*Forest*)
FM	Floresta manejada	
FSec	Floresta secundária	
CS	Floresta com extração seletiva	
Ref	Reflorestamento	
GNM	Campo não manejado	Campo (*Grassland*)
GM	Campo manejado	
GSec	Campo com vegetação secundária	
Ap	Pastagem plantada	
Ac	Área agrícola	Área agrícola (*Cropland*)
S	Área urbana	Área urbana (*Settlements*)
A	Rios e lagos (área não manejada)	Área alagada (*Wetlands*)
Res	Reservatórios (área manejada)	
O	Outros usos	Outros usos (*Other land*)
NO	Área não observada	

Construção de matrizes de transição entre as categorias e sub-categorias de uso da terra entre 1994 e 2002

As emissões líquidas são calculadas para cada polígono identificado na etapa anterior em função de seu conjunto de características e, fundamentalmente, da informação do uso da terra associado em 1994 e 2002.

Com base na metodologia do *Good Practice Guidance* 2003 foram estabelecidas as transições possíveis, mostradas na Tabela 3.88.

A diagonal da matriz identifica as áreas que permaneceram em uma mesma categoria de uso entre 1994 e 2002. Há que se ressaltar que o fato deste relatório utilizar imagens de 1994 e 2002 inviabiliza conhecer-se a dinâmica da conversão de uma categoria de uso da terra para outra entre 1994 e 2002. Isso implica que uma conversão de floresta em 1994 para agricultura em 2002 pode ter tido uma etapa intermediária, por exemplo, de floresta em 1994 para pastagem em 1999, e desta para agricultura em 2002. À medida que os inventários forem sendo feitos em períodos mais curtos, essa dinâmica será certamente captada, possibilitando uma estimativa mais precisa das emissões antrópicas líquidas anuais.

Tabela 3.88 Matriz de transições possíveis

1994	2002														
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO
FNM						X	X	X				X			
FM	X					X	X	X				X			
FSec	X	X			X	X	X	X				X			
Ref	X	X			X	X	X					X			
CS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GNM	X	X	X		X							X			
GM	X	X	X		X	X						X			
GSec	X	X	X		X	X	X					X			
Ap	X	X			X	X	X					X			
Ac	X	X			X	X	X					X			
S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Res	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
O	X	X			X	X	X								
NO															

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 230 10/23/10 1:40 AM

3.5.1.2 Cálculo das emissões e remoções para as transições analisadas

De acordo com o *Guidelines* 1996, a base fundamental para a metodologia está fundamentada em dois temas relacionados:

i) o fluxo de CO_2 de ou para a atmosfera é assumido ser igual às mudanças nos estoques de carbono na biomassa existente e nos solos; e

ii) as mudanças nos estoques de carbono podem ser estimadas, determinando-se, primeiramente, as taxas de mudança do uso da terra e a prática responsável pela mudança (por exemplo, a queima, o desmatamento, o corte seletivo, etc.). Em seguida, é avaliado o impacto dessas práticas sobre os estoques de carbono e a resposta biológica a um determinado uso da terra.

A metodologia do *Good Practice Guidance* 2003 estabelece que a estimativa das emissões de CO_2 em um determinado período de tempo é realizada através da avaliação da diferença de estoques de carbono entre o início e o final do período para cada uma das transições definidas na Tabela 3.88. São descritas duas abordagens para esse cálculo, com avaliação direta dos estoques nos dois instantes de tempo ou avaliação dos incrementos e perdas no período. Os estoques de carbono ou incrementos e perdas são calculados para os diversos compartimentos (biomassa viva (acima e abaixo do solo), matéria orgânica morta (madeira morta e serapilheira) e carbono do solo). O presente relatório utiliza as duas abordagens, dependendo das mudanças do uso da terra relatadas.

O balanço das perdas e ganhos de carbono em todos os compartimentos, para o período 1994-2002, foi obtido através de dois processos distintos:

- Estimativa das emissões e remoções relativas à mudança de estoque de biomassa viva (acima e abaixo do solo) e matéria orgânica morta (serapilheira fina e grossa)
- Estimativa das emissões e remoções relativas à mudança de estoque do carbono do solo

O cálculo toma como base as equações 3.1.1 e 3.1.2 do *Good Practice Guidance* 2003, reproduzidas a seguir.

Equação 3.1.1

$$\Delta C = \sum_{ijk} \left[A_{ijk} \bullet \left(C_I - C_L \right)_{ijk} \right]$$

onde:

ΔC : é a mudança no estoque de carbono (tC/ano)

A : é área de terra (ha)

ijk : índices que correspondem a tipo de clima i, tipo de vegetação j e prática de manejo k , etc.

C_I: taxa de ganho de carbono (tC/ha/ano)

C_L : taxa de perda de carbono (tC/ha/ano)

Equação 3.1.2

$$\Delta C = \sum_{ijk} \left(C_{t_2} - C_{t_1} \right) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

onde:

C_{t1}: estoque de carbono no instante t_1 (tC)

C_{t2}: estoque de carbono no instante t_2 (tC)

O detalhamento das equações utilizadas para o cálculo das emissões e remoções relativas à mudança do estoque de carbono na biomassa viva e matéria orgânica morta, para cada uma das transições possíveis, mostradas na Tabela 3.88, é descrito no Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Mudança do Uso da Terra e Florestas".

A metodologia para estimativa da variação no carbono do solo toma como referência o valor de carbono médio do solo sob vegetação primária para cada uma das associações solo-vegetação descritas na Tabela 3.94. De acordo com o *Good Practice Guidance* 2003 adotou-se que o ganho ou perda de carbono do solo resultante da mudança do uso da terra ocorre durante o período de 20 anos.

A equação geral para o cálculo da variação do carbono do solo é descrita a seguir e é consistente com a Equação 3.3.3 do *Good Practice Guidance* 2003:

$$ES_i = A_i \times Csolo \times (fc(t_0) - fc(t_f)) \times (T/2)/20$$

onde:

ES_i: Emissão líquida do polígono i no período T devido à variação no carbono do solo (tC)

A_i : Área do polígono i (ha)

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 231 10/23/10 1:40 AM

Csolo : Conteúdo de carbono solo sob a associação solo-vegetação do polígono (tC/ha)

fc(t) : fator de alteração de carbono de solo no instante t (adimensional)

O fator de alteração de carbono é definido pela equação:

$$fc(t) = f_{LU} \times f_{MG} \times f_I$$

onde:

f_{LU} : fator de alteração de carbono pelo uso da terra;

f_{MG} : fator de alteração de carbono pelo regime de manejo;

f_I : fator de alteração de carbono pelas adições de matéria orgânica.

3.5.2 Dados

3.5.2.1 Mapa do uso da terra

A informação de uso da terra é obtida a partir da interpretação de imagens de satélite, gerando um mosaico do território nacional onde cada área é associada a uma das categorias de uso da terra definidas na seção 2.1, gerando um mapa de uso da terra para cada ano de interesse. Essa interpretação foi feita para o ano inicial do período em estudo (1994) e para o ano final do período (2002).

A construção do Banco de Dados foi realizada a partir da seleção e aquisição das imagens do satélite LANDSAT do ano de 1994. Para cada cena que cobre o Brasil foi realizada a seleção de imagens através de pesquisa na página http://www.dgi.inpe.br/CDSR, para o ano 1994, procurando-se reunir cenas obtidas em datas próximas, minimizando assim variações espaciais, principalmente em relação ao uso e ocupação da terra, quando da junção de cenas de datas diferentes. Consideraram-se também outras variáveis como o índice de cobertura de nuvens e a presença de ruídos irrecuperáveis. As imagens utilizadas para definir o uso da terra em 2002 foram as mesmas utilizadas pelo MMA no projeto PROBIO (Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas).

Todos os dados das interpretações foram agrupados de forma a gerar um mapa articulado do Uso e Cobertura da Terra para todos os biomas, conforme apresentado na Figura 3.9 e na Figura 3.10.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 232 10/23/10 1:40 AM

Figura 3.9 Mapa do uso e cobertura da terra a partir da interpretação de imagens do ano base 1994 para todos os biomas

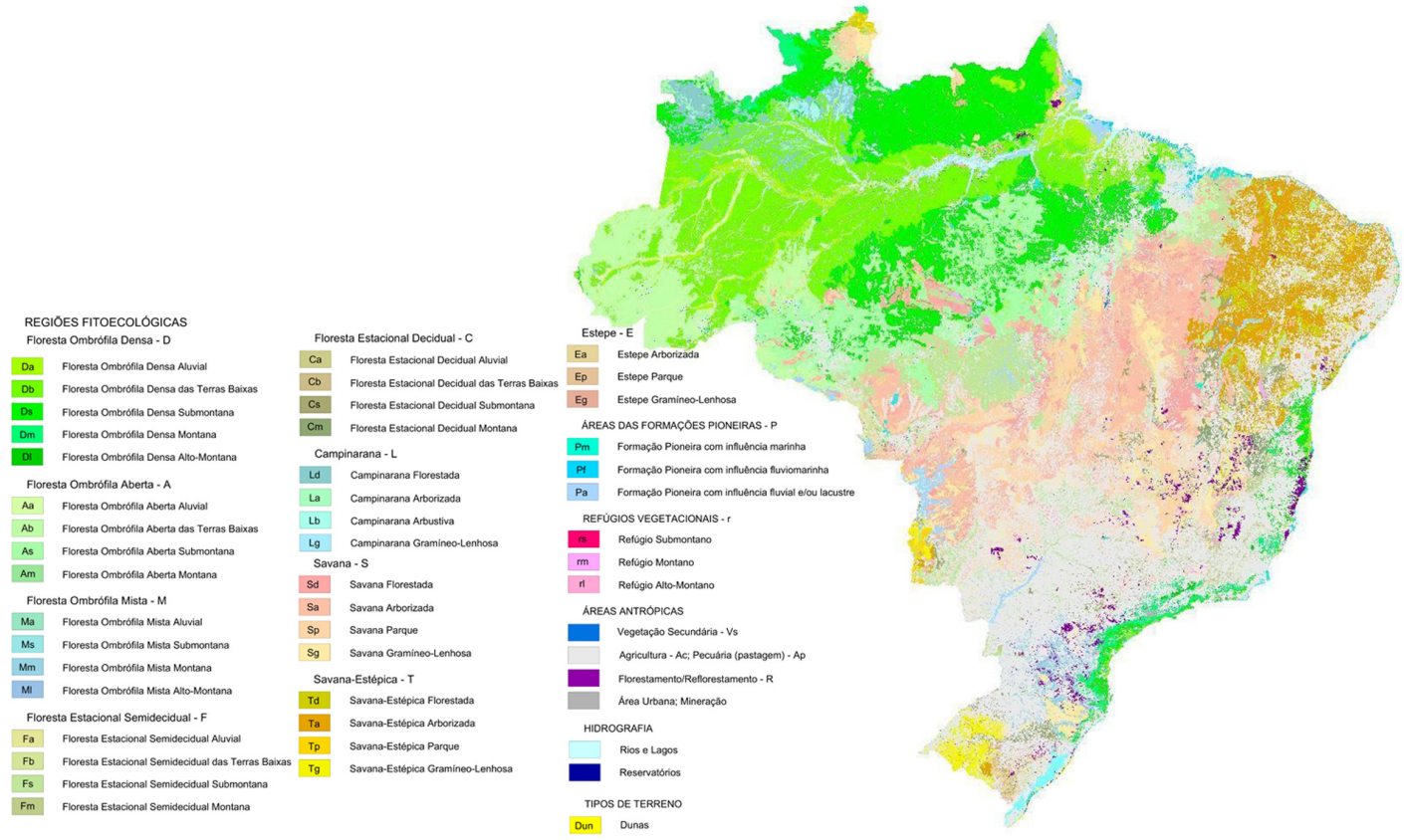
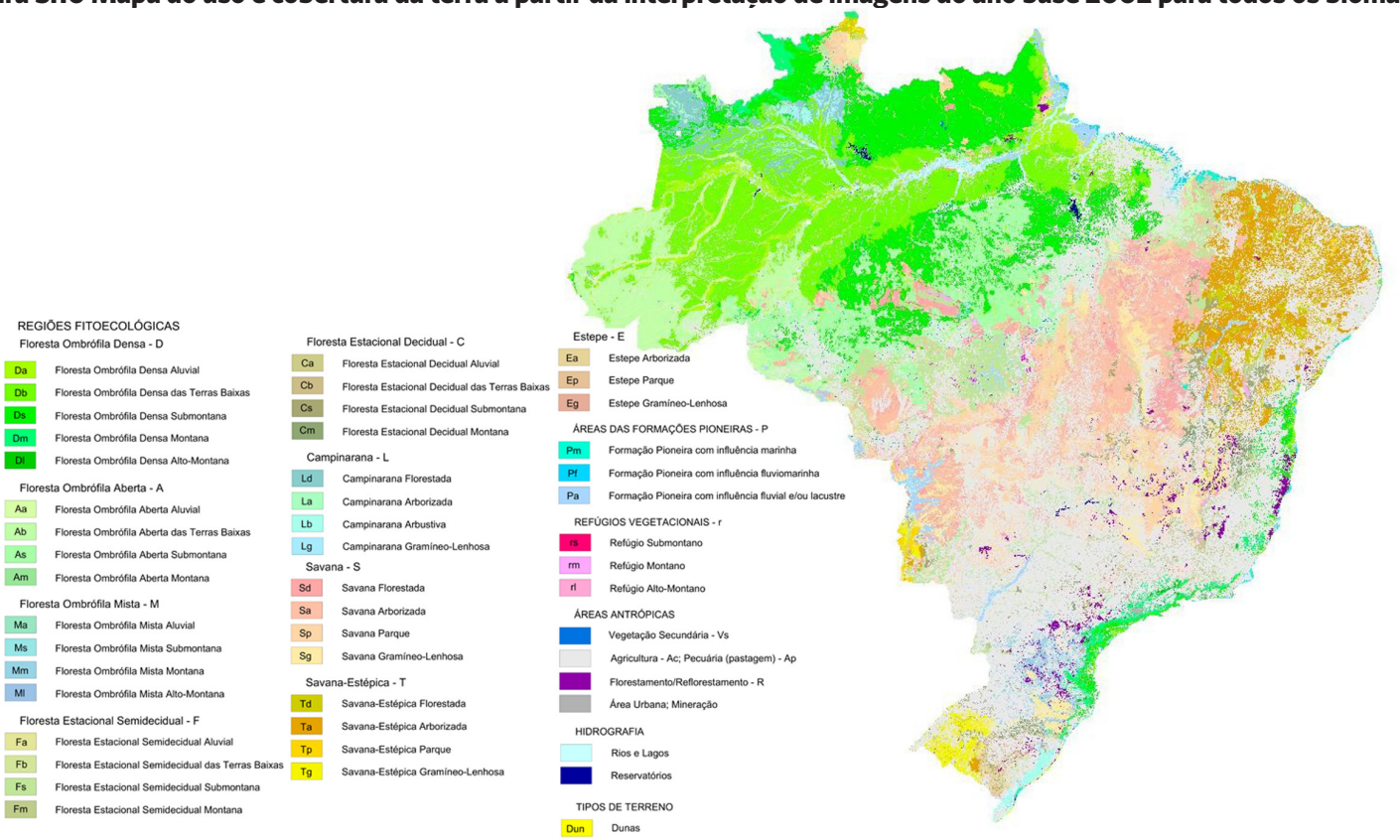


Figura 3.10 Mapa do uso e cobertura da terra a partir da interpretação de imagens do ano base 2002 para todos os biomas



Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 233 10/23/10 1:40 AM

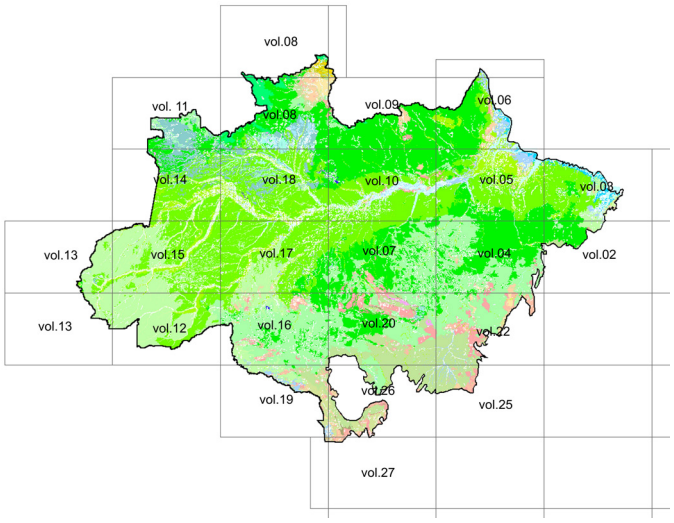
3.5.2.2 Estoque de carbono da biomassa viva e matéria orgânica morta

- *Bioma Amazônia*

Os dados de biomassa acima do solo da vegetação do Bioma Amazônia foram baseados no inventário florestal daquela região e nos mapas fitofisionômicos do Projeto RADAMBRASIL. O Projeto RADAMBRASIL desenvolveu-se no período de 1971 a 1986 e foi o primeiro grande trabalho nacional de levantamento dos aspectos físico-ambientais do país. Neste trabalho, foram estudadas de forma sistemática os recursos naturais componentes do espaço físico brasileiro, reunidos em 38 volumes com cartas em escala 1:1.000.000. Utilizando imagens de radar e outros documentos disponíveis, o projeto tornou-se a principal referência em algumas regiões, como na Amazônia, onde o levantamento e a sistematização de informações cartográficas são mais difíceis de ser obtidos.

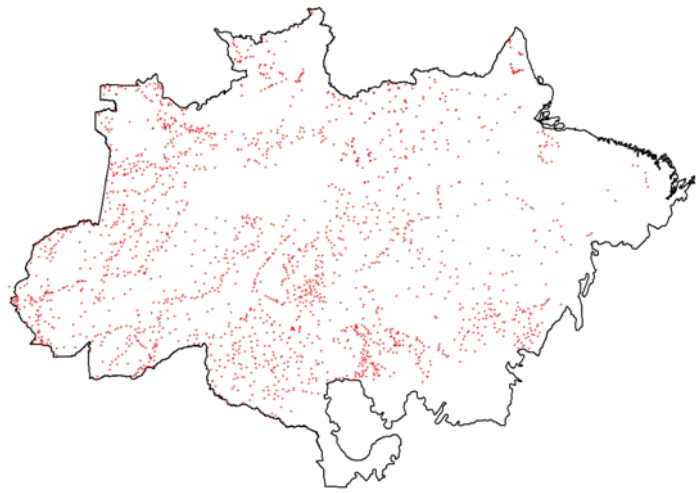
Os dados vetoriais do Mapa de Vegetação do RADAMBRASIL na escala 1:1.000.000 de cada volume publicado foram utilizados como base de apoio para o bioma Amazônia, conforme mostra a Figura 3.11. Na mesma figura é apresentada a distribuição dos Volumes RADAMBRASIL sobre o bioma Amazônia.

Figura 3.11 Mapa de vegetação, recortado para o bioma Amazônia, com a distribuição dos volumes do RADAMBRASIL



O inventário do Projeto RADAM reúne dados para árvores com circunferência à altura do peito - CAP, superior a 100 centímetros, agrupadas por unidade amostral, coordenadas geodésicas, das unidades amostrais e indicação das folhas em escala 1:250.000 a que pertencem. Na Figura 3.12. apresenta-se a distribuição das amostras.

Figura 3.12 Distribuição das amostras do Projeto RADAMBRASIL



No caso de florestas, as medidas foram tomadas para todas as árvores com valor de CAP maior ou igual a 100 cm. Isto corresponde a um diâmetro à altura do peito - DAP, maior ou igual a 31,83 cm. O valor do DAP foi utilizado para estimar a biomassa e o carbono presente em cada árvore das unidades amostrais empregando o modelo proposto por Higuchi *et al*. (1998) (BRASIL, 2006).

$$\ln P = -1{,}754 + 2{,}665 \ln D \quad \text{para } 5 \text{ cm} \leq D < 20 \text{ cm}$$

$$\ln P = -0{,}151 + 2{,}170 \ln D \text{ para } D \geq 20 \text{ cm}$$

e

$$C = 0{,}2859\ P$$

onde:

P é a biomassa aérea da árvore (kg);

D é o diâmetro à altura do peito (DAP) da árvore (cm);

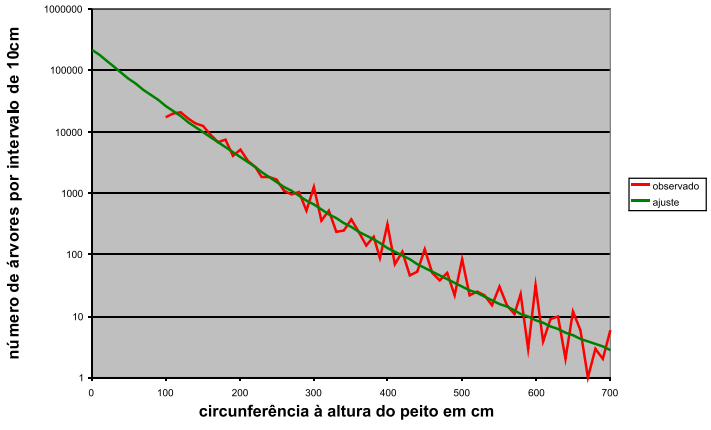
C é o carbono contido na parte aérea da árvore (kg)

Para cada unidade amostral, o carbono de todas as árvores foi somado e dividido pela área da unidade, resultando na estimativa de densidade média de carbono da amostra.

Aplicou-se uma correção para o conteúdo de carbono de cada unidade amostral, a fim de incluir as árvores com CAP inferior a 100 cm, baseando-se na extrapolação do histograma de circunferências das árvores na floresta amazônica do Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 2004), conforme a Figura 3.13.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 234 10/23/10 1:40 AM

Figura 3.13 Histograma de valores de circunferência à altura do peito na Amazônia



$$C_{Total} = 1{,}315698\ C_{(CAP > 100\ cm)}$$

De acordo com Silva (2007), as palmeiras constituem 2,31% e os cipós 1,77% da biomassa viva acima do solo. Assim, esses valores foram considerados na correção do valor de C, obtendo-se a expressão final para o carbono total acima do solo da amostra.

$$C_{acima\ do\ solo} = 1{,}3717\ C_{(CAP > 100\ cm)}$$

Ainda de acordo com Silva (2007), as raízes representam 27,1% da biomassa viva total da fisionomia florestal, ou 37,2% do valor do carbono da biomassa viva acima do solo, e a serapilheira, 3% da biomassa viva total.

Quando essas correções são aplicadas, obtém-se o valor total de carbono da amostra:

$$C_{Total} = 1{,}9384\ C_{(CAP > 100\ cm)}$$

Ao todo, 1.710 amostras foram consideradas para estimativa do conteúdo de carbono das fisionomias florestais da Amazônia. Das classes agrupadas de vegetação florestal descritas na Tabela 3.89 foram identificadas amostras no RADAMBRASIL para as fisionomias: Aa, Ab, As, Da, Db, Dm, Ds e La.

Após ser feito o agrupamento, obteve-se a média de carbono na biomassa aérea e matéria orgânica morta, para cada tipo de vegetação considerado e em cada Volume RADAMBRASIL, em escala 1:1.000.000, de acordo com as regras descritas a seguir, modificadas em relação ao Inventário Inicial e aplicadas em sequência:

1) havendo amostras da classe agrupada de vegetação no Volume RADAMBRASIL, utilizou-se o valor médio da densidade de carbono das amostras da classe agrupada no Volume RADAMBRASIL;

2) não havendo amostras da classe agrupada de vegetação no Volume RADAMBRASIL, utilizou-se a média ponderada (pelo número de amostras por volume vizinho) da densidade de carbono da mesma classe agrupada nos Volumes RADAMBRASIL vizinhos (no mínimo um e no máximo oito mapas);

3) não havendo amostras da classe agrupada de vegetação nos volumes vizinhos, utilizou-se a média ponderada (pelo número de amostras por volume) da densidade de carbono da mesma classe agrupada em todos os Volumes RADAMBRASIL do bioma.

Na Tabela 3.89, apresentam-se os valores consolidados de conteúdo de carbono para as fisionomias e para cada Volume RADAMBRASIL.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 235 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.89 Valores de conteúdo de carbono para as fisionomias florestais no bioma Amazônia

Volume RADAMBRASIL	Fisionomia							
	Aa	Ab	As	Da	Db	Dm	Ds	La
	tC/ha							
2	98,24	154,55	110,06	182,98	176,10	139,03	169,35	183,00
3	98,24	154,55	129,28	137,85	161,01	139,03	275,37	183,00
4	94,88	154,55	129,28	119,67	154,59	139,03	148,30	183,00
5	108,33	154,55	146,82	213,85	185,15	109,69	230,13	183,00
6	123,75	154,55	133,99	131,82	222,39	109,69	213,55	183,00
7	159,51	160,29	180,66	142,58	153,42	139,03	175,71	262,99
8	146,97	197,91	73,64	270,89	163,92	149,50	138,56	183,00
9	127,61	213,37	112,13	262,68	157,38	109,69	184,64	262,99
10	141,81	169,49	146,45	174,03	149,54	147,77	171,21	262,99
11	154,71	197,91	158,20	166,72	168,13	83,74	144,81	114,31
12	144,32	150,69	116,14	164,35	157,42	139,03	161,84	183,00
13	144,76	144,62	139,24	168,64	153,25	104,05	121,02	160,43
14	154,71	177,28	173,89	157,86	174,17	104,05	142,46	160,43
15	172,81	164,36	156,03	171,77	154,38	104,05	155,40	228,80
16	165,70	136,14	156,76	175,73	188,14	139,03	175,02	183,00
17	136,09	159,17	157,15	175,64	165,53	104,05	159,63	228,80
18	162,92	213,37	150,61	174,79	158,01	139,03	140,48	262,99
19	150,22	147,92	135,72	170,56	159,40	139,03	154,78	183,00
20	150,61	151,80	117,97	169,39	163,05	139,03	123,29	183,00
22	148,74	154,55	97,40	137,67	153,42	139,03	145,55	183,00
25	155,84	154,55	113,12	172,77	162,51	139,03	127,87	183,00
26	165,70	136,14	130,49	175,73	188,14	139,03	153,93	183,00

	Regra 1
	Regra 2
	Regra 3

Para as outras fisionomias vegetais do bioma utilizaram-se valores de conteúdo de carbono da literatura, exceto para a fisionomia Ld (Campinarana Florestada) para a qual foram utilizados os mesmos valores da fisionomia La (Campinarana Arborizada).

- *Bioma Cerrado*

Os fatores de emissão para o bioma Cerrado, ou mais especificamente dos estoques de carbono em biomassa para as tipologias de cerrado, foram obtidos da literatura científica disponível. Para a tipologia Savana Florestada (Cerradão), foram consultadas 11 fontes diferentes, enquanto para as tipologias de Savana Arbórea Aberta (Cerrado *Sensu Stricto*) foram consultadas 34 fontes, para Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo Cerrado e Campo Limpo) e Savana Parque (Campo Cerrado), treze e quatro fontes, respectivamente.

Para a obtenção dos valores totais de biomassa, foi aplicado o fator de expansão R/S (*root-to-shoot* ou razão biomassa de raízes/biomassa acima do solo), conforme Tabela 3.4.3 do *Good Practice Guidance* 2003.

Para as demais fisionomias que compõem o bioma Cerrado, foram obtidos fatores de emissão das fisionomias florestais vizinhas, como Mata Atlântica, Pantanal, Amazônia e Caatinga.

Particularmente, em relação às fisionomias florestais (Aa, Ab, As, Da, Dm e Ds), foram adotados os valores de conteúdo de carbono médio dos Volumes RADAMBRASIL vizinhos ao bioma Cerrado.

Na Tabela 3.90, apresentam-se os valores de conteúdo de carbono utilizados para o bioma Cerrado.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 236 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.90 Conteúdo de carbono das fisionomias vegetais no bioma Cerrado

Fisionomia Vegetal	Floresta/Campo	Cerrado (tC/ha)
Sa	Floresta	47,1
Sd	Floresta	77,8
Sg	Campo	16,3
Sp	Campo	24,1

- *Bioma Caatinga*

Os fatores de emissão para o bioma Caatinga, ou mais especificamente dos estoques de carbono em biomassa para as tipologias de savana estépica (Ta, Td, Tg, Tp), foram obtidos da literatura científica disponível, utilizando fatores de expansão para considerar raízes e matéria orgânica morta.

Para as demais fisionomias que compõem o bioma Caatinga foram obtidos fatores de emissão das fisionomias florestais vizinhas, como Mata Atlântica e Cerrado.

Na Tabela 3.91, apresentam-se os valores de conteúdo de carbono utilizados para o bioma Caatinga.

Tabela 3.91 Conteúdo de carbono das fisionomias vegetais no bioma Caatinga

Fisionomia Vegetal	Floresta/Campo	Caatinga (tC/ha)
Ta	Floresta	14,9
Td	Floresta	38
Tg	Campo	14,9
Tp	Campo	14,9

- *Bioma Mata Atlântica*

Os fatores de emissão para o bioma Mata Atlântica, ou mais especificamente dos estoques de carbono em biomassa para as tipologias arbóreas, foram obtidos da literatura científica disponível.

Para as demais fisionomias que compõem o bioma Mata Atlântica foram obtidos fatores de emissão das fisionomias florestais vizinhas, como Cerrado, Caatinga e Pampa.

Na Tabela 3.92, apresentam-se os valores de conteúdo de carbono utilizados para o bioma Mata Atlântica.

Tabela 3.92 Conteúdo de carbono das fisionomias vegetais no bioma Mata Atlântica

Fisionomia Vegetal	Floresta/Campo	Mata Atlântica (tC/ha)
Aa	Floresta	166,93
Ab	Floresta	166,93
Am	Floresta	166,93
As	Floresta	166,93
Ca	Floresta	116,27
Cb	Floresta	116,27
Cm	Floresta	104,95
Cs	Floresta	116,27
Da	Floresta	166,93
Db	Floresta	135,76
Dm	Floresta	122,92
Dl	Floresta	122,92
Ds	Floresta	122,92
Fa	Floresta	140,09
Fb	Floresta	140,09
Fm	Floresta	140,09
Fs	Floresta	140,09
Ma	Floresta	104,23
Ml	Floresta	118,81
Mm	Floresta	118,81
Ms	Floresta	118,81
Pa	Floresta	105,64
Pf	Floresta	98,16
Pm	Floresta	94,48
Rl	Campo	6,55
Rm	Campo	6,55
Rs	Campo	6,55

- *Bioma Pampa*

Os fatores de emissão para o bioma Pampa, ou mais especificamente dos estoques de carbono em biomassa para as tipologias de estepe, foram obtidos da literatura científica disponível, utilizando fatores de expansão para considerar raízes e matéria orgânica morta.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 237 10/23/10 1:40 AM

Para as demais fisionomias que compõem o bioma Pampa, foram obtidos fatores de emissão das fisionomias florestais vizinhas, como Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

Na Tabela 3.93, apresentam-se os valores de conteúdo de carbono utilizados para o bioma Pampa.

Tabela 3.93 Conteúdo de carbono das fisionomias vegetais no bioma Pampa

Fisionomia Vegetal	Floresta/Campo	Pampa (tC/ha)
Ea	Floresta	4,3
Eg	Campo	4,3

- *Bioma Pantanal*

Os fatores de emissão para o bioma Pantanal, ou mais especificamente dos estoques de carbono em biomassa, foram obtidos das fisionomias florestais de biomas vizinhos, como Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

Carbono dos solos

Para cada uma das associações solo-vegetação descritas nesta seção, foi adotado o mesmo conteúdo de carbono dos solos sob vegetação natural utilizado no Inventário Inicial (BRASIL, 2004). Neste relatório, adotaram-se as medianas dos valores, conforme a Tabela 3.94.

Tabela 3.94 Conteúdo de carbono dos solos

Categorias de Vegetação	Solo					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	(kg C/m²)					
V1	5,09	4,75	4,89	4,11	4,36	7,87
V2	3,22	5,19	4,69	5,06	5,27	4,81
V3	5,83	5,23	4,29	6,33	3,58	41,78
V4	4,67	3,08	4	2,59	3,27	3,18
V5	4,09	4,43	3,74	2,7	5,36	3,16
V6	9,88	10,25	5,68		8,54	
V7	6,42	9,09	5,16		7,42	3,28
V8	4,8	1,98	3,81	4,37	3,46	2,9
V9	2,44	4,31	3,6	1,92	6,65	3,29
V10	6,6	4,66	6,12		3,38	4,99
V11	2,42	2,58	2,62	1,51	2,51	2,09
V12	3,38		3,52	3,54	10,52	2,17
V13	3,41	5,04[1]	3,99			
V14	7,3	4,13[1]	3,31	5,02	5,92	3,72
V15	5,09	4,68	4,81	6,17	9,05	12,09

[1] Valor único relatado.

3.5.2.3 Definição dos fatores de emissão e outros parâmetros necessários à estimativa das emissões e remoções de CO_2

Nesta seção, são apresentados os valores específicos adotados para os outros parâmetros relevantes utilizados nas equações para estimativa das mudanças de estoque de carbono no período 1994-2002. Buscou-se utilizar, sempre que possível, valores específicos do país, ao invés dos valores *default* (*Tier* 1) contidos no *Good Practice Guidance* 2003.

- *Remoção anual de carbono em áreas manejadas*

Adotou-se, para o valor de remoção anual de carbono em áreas manejadas de vegetação nativa com fisionomia florestal, o valor de 0,62 tC/ha/ano (PHILLIPS *et al*., 1998). Para as áreas manejadas de vegetação nativa com fisionomia não florestal, adotou-se o valor 0 (zero), por não haver informação sobre a ocorrência de remoção nessas fisionomias.

- *Incremento médio anual de carbono em áreas de vegetação secundária*

Para as fisionomias florestais (Rebf) foram adotados os mesmos valores do Inventário Inicial para o incremento de carbono na biomassa acima do solo, ou seja, o valor de 4,5 tC/ha/ano (HOUGHTON *et al*., 2000) para fisionomias florestais com densidade de carbono superior a 93 tC/ha

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 238 10/23/10 1:40 AM

de biomassa acima do solo e 3,7 tC/ha/ano (ALVES *et al*., 1997) para fisionomias florestais com densidade de carbono inferior a 93 tC/ha de biomassa acima do solo. Esses valores foram corrigidos para inclusão do carbono das raízes, resultando no valor de incremento anual de 6,2 tC/ha/ano para as fisionomias florestais com valor acima de 127 tC/ha na biomassa total e 5,1 tC/ha/ano para as fisionomias florestais com valor igual ou abaixo de 127 tC/ha na biomassa total. Para as fisionomias não florestais, foi adotado o valor de incremento anual (Rebg) igual a 1,5 tC/ha/ano (DURIGAN, 2004 e AMORIM *et al.*, 2005).

- ***Estoque médio de carbono em áreas de vegetação secundária***

Admitindo-se que o valor de conteúdo de carbono de uma área identificada como de vegetação secundária (AvFsec e AvGsec) poderia variar entre 5% e 65% do valor de conteúdo de carbono da vegetação primária, adotou-se o valor de 35% da densidade de carbono da vegetação primária para cada fisionomia.

- ***Perda de carbono em área florestal submetida a corte seletivo***

Foi adotado o valor de perda de carbono médio de 33% (ASNER *et al*., 2005) em relação ao conteúdo de carbono total da fisionomia quando uma área florestal é submetida à prática de corte seletivo.

- ***Estoque de carbono em área de reflorestamento***

Para os reflorestamentos com *Eucalyptus*, adotou-se o valor de 41 m^3/ha/ano de incremento médio anual líquido em volume adequado para o processamento industrial (Bracelpa, 2010), correspondendo a um valor de incremento de 14,11 tC/ha/ano, considerando os mesmos parâmetros (i.e. densidade de madeira, razão copa/tronco, razão raiz/tronco) utilizados no Inventário Inicial (BRASIL, 2004) para considerar o carbono contido no tronco, na copa e raízes e aplicando-se a equação 3.2.5 do *Good Practice Guidance* 2003. Para o cálculo do carbono médio de uma área de reflorestamento, considerou-se um ciclo de sete anos entre os cortes, obtendo-se o valor médio de estoque de 49,385 tC/ha.

Para os reflorestamentos com *Pinus* adotou-se o valor de 36 m^3/ha/ano de incremento médio anual líquido em volume adequado para o processamento industrial (Bracelpa, 2010), correspondendo a um valor de incremento de 11,69 tC/ha/ano, considerando os mesmos parâmetros (i.e. densidade de madeira, razão copa/tronco, razão raiz/tronco) utilizados no Inventário Inicial (BRASIL, 2004) para considerar o carbono contido no tronco, na copa e raízes e aplicando-se a equação 3.2.5 do *Good Practice Guidance* 2003. Considerou-se um ciclo de 15 anos entre os cortes para cálculo do carbono médio, obtendo-se o valor médio de estoque de 87,675 tC/ha.

- ***Estoque médio de carbono em área de pastagem plantada***

Foi adotado o valor *default* de 8,05 tC/ha, indicado no *Good Practice Guidance* 2003 (Tabela 3.4.9), para conteúdo de carbono médio em uma pastagem plantada estabelecida.

- ***Estoque de carbono em áreas agrícolas***

Para obtenção dos estoques médios de carbono em área agrícola, bem como de incremento médio anual de carbono em área agrícola em formação, foi necessário diferenciar áreas de agricultura perene de áreas de agricultura anual.

Para áreas de agricultura anual adotou-se o valor de 5 tC/ha para o conteúdo de carbono conforme recomendado no *Good Practice Guidance* 2003 (Tabela 3.3.8). Para as áreas de agricultura perene adotou-se o valor de 21 tC/ha para conteúdo de carbono médio e 2,6 tC/ha/ano para o incremento anual em áreas recém formadas. Esses valores são os valores *default*, indicado no *Good Practice Guidance* 2003 (Tabelas 3.3.2 e 3.3.9), para esses parâmetros.

- ***Estoque de carbono na biomassa em reservatórios, áreas urbanas e áreas de outros usos***

Assume-se como zero o valor de carbono na biomassa em áreas de reservatórios (Res), áreas urbanas (S) e áreas de outros usos (O).

- ***Fator de alteração do carbono de solos***

Os fatores de alteração de carbono pelo uso da terra (f_{LU}), pelo regime de manejo (f_{MG}) e pelas adições (f_I), definidos na seção 3.5.1.2 foram selecionados a partir dos valores sugeridos no *Good Practice Guidance* 2003, sendo mostrados na Tabela 3.95.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 239 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.95 Fatores de alteração do carbono de solos com a mudança do uso da terra

Uso da Terra	f_{LU}	f_{MG}	f_I	f_c
FNM	1	-	-	1
FM	1	-	-	1
FSec	1	-	-	1
Ref [1]	0,58	1,16	1	0,673
CS	1	-	-	1
GNM	1	-	-	1
GM	1	-	-	1
GSec	1	-	-	1
Ap[2]	1	0,97	1	0,97
Ac[1]	0,58	1,16	0,91	0,612
S	0	-	-	0
A	0	-	-	0
Res	0	-	-	0
O	0	-	-	0

[1] *Good Practice Guidance* 2003, Tabela 3.3.4.
[2] *Good Practice Guidance* 2003, Tabela 3.4.5.

3.5.3 Resultados

São apresentadas, a seguir, as estimativas das emissões antrópicas líquidas de CO_2 para cada um dos seis biomas brasileiros. Nas tabelas, mostram-se as áreas submetidas às transições consideradas no período de 1994 a 2002 e as emissões líquidas para cada transição.

3.5.3.1 Bioma Amazônia

Na Tabela 3.97, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Amazônia. Na Tabela 3.98, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 419.736.073 ha mapeados do bioma Amazônia, houve mudança de uso da terra em 80.582.791 ha (19,2%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 6.886.852 Gg CO_2.

3.5.3.2 Bioma Cerrado

Na Tabela 3.99, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Cerrado. Na Tabela 3.100, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 203.953.330 ha mapeados do bioma Cerrado, houve mudança do uso da terra em 26.259.331 ha (12,9%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 2.421.459 Gg CO_2.

3.5.3.3 Bioma Caatinga

Na Tabela 3.101, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Caatinga. Na Tabela 3.102, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 82.789.139 ha mapeados do bioma Caatinga, houve mudança de uso da terra em 8.042.907 ha (9,7%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 301.019 Gg CO_2.

3.5.3.4 Bioma Mata Atlântica

Na Tabela 3.103, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Mata Atlântica. Na Tabela 3.104, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 111.789.930 ha mapeados do bioma Mata Atlântica, houve mudança de uso da terra em 4.568.803 ha (4,1%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 633.543 Gg CO_2.

3.5.3.5 Bioma Pampa

Na Tabela 3.105, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Pampa. Na Tabela 3.106, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 16.571.297 ha mapeados do bioma Pampa, houve mudança de uso da terra em apenas 30.325 ha (1,8%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram -1.658 Gg CO_2 (remoção líquida).

3.5.3.6 Bioma Pantanal

Na Tabela 3.107, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o bioma Pantanal. Na Tabela 3.108, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 15.131.022 ha mapeados do bioma Pantanal, houve mudança de uso da terra em 1.052.791 ha (7,0%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 129.372 Gg CO_2.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 240 10/23/10 1:40 AM

3.5.3.7 Resultados consolidados

Na Tabela 3.109, apresenta-se a área estimada de cada uma das transições observadas entre 1994 e 2002 para o Brasil. Na Tabela 3.110, apresentam-se as emissões líquidas de CO_2 correspondentes. Observa-se que, dos 849.970.791 ha mapeados do território brasileiro, houve mudança de uso da terra em 120.536.947 ha (14,2%) no período de 1994 a 2002. As emissões antrópicas líquidas totalizaram 10.370.588 Gg CO_2. Na Tabela 3.96, apresentam-se as emissões líquidas por bioma.

Tabela 3.96 Emissões antrópicas líquidas de CO_2 para o período de 1994 a 2002 por bioma

Bioma	Emissões líquidas	
	Total	Média Anual
	(Gg)	
Amazônia	6.886.852	860.857
Cerrado	2.421.459	302.682
Caatinga	301.019	37.627
Mata Atlântica	633.543	79.193
Pampa	-1.658	-207
Pantanal	129.372	16.172
Brasil	**10.370.588**	**1.296.324**

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 241 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.97 Áreas das transições identificadas no bioma Amazônia no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	234.180.714	57.011.452	119.957	26.629	255.844				13.992.549	1.771.583	17.997		9.876	8.174	747	307.395.523
FM		54.020.923	12.967		3.268				617.699	74.637	1.901		229	5.069	0	54.736.694
FSec			54.845	635					684.240	169.910	1.138		1	715		911.484
Ref			56	295.252					187	7.184	1			0		302.680
CS																0
GNM				8.771		7.701.764	1.242.178	185	338.234	23.807	5.743			6	6	9.320.694
GM							1.557.228	25	7.766	0	51					1.565.071
GSec				104				1.070	10.457	717	48					12.397
Ap			772.591	12.296				3.080	25.791.281	987.198	61.286		183	1.292	1.527	27.630.735
Ac			73.057	753				115	1.332.935	3.083.190	5.504		2		5	4.495.560
S											190.556					190.556
A												11.658.525	66.005			11.724.530
Res													553.912			553.912
O			10						10.787	12	5	417	0	48.942		60.174
NO			308	290	321				771.164	43.413	3.596		97	1.796	15.079	836.064
Total 2002	234.180.714	111.032.375	1.033.790	344.731	259.433	7.701.764	2.799.406	4.476	43.557.300	6.161.650	287.828	11.658.942	630.304	65.994	17.365	419.736.073

Tabela 3.98 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Amazônia no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-518.424,14	56.600,46	11.106,78	40.770,15				6.882.784,77	904.422,86	11.047,80		5.610,69	4.605,17		7.398.524,5
FM		-982.460,52	6.251,30		720,93				322.777,25	39.564,07	1.101,07		145,09	2.943,49		-608.957,3
FSec			-9.406,33	15,34					98.194,82	30.527,83	264,49		0,12	144,67		119.740,9
Ref			6,22						29,38	1.162,54	0,20		0,01			1.198,4
CS																0,0
GNM				-890,16				7,43	18.462,40	1.842,43	602,81		0,64			20.025,5
GM								0,31	459,04	0,00	5,22					464,6
GSec				-16,27				-47,09	15,25	15,08	2,17					-30,9
Ap			-35.761,00	-2.042,30				20,36		18.900,64	3.702,93		11,03	81,97		-15.086,4
Ac			-4.372,16	-143,11				0,11	-24.004,90		297,88		0,07			-28.222,1
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O			-0,77						-666,83	-0,57						-668,2
NO																0,0
Total 2002	0,0	-1.500.884,7	13.317,7	8.030,3	41.491,1	0,0	0,0	-18,9	7.298.051,2	996.434,9	17.024,6	0,0	5.767,7	7.775,3	0,0	6.886.989,1

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 242 10/23/10 1:40 AM

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 243

Tabela 3.99 Áreas das transições identificadas no bioma Cerrado no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	68.710.165	5.405.969		58.003					4.567.523	3.770.666	74.151		37	462	295	82.587.270
FM		5.903.558		5.685					49.033	9.091	6.742					5.974.109
FSec			11	6					1.236	7						1.261
Ref				2.085.353					74.864	53.947	149					2.214.313
CS																0
GNM				15.567		30.797.802	4.702.496		1.751.558	2.031.959	30.497		0	346		39.330.225
GM				95			2.601.324		10.586	58.937	134					2.671.075
GSec								62	2.468							2.530
Ap			71	33.220				1	18.127.826	1.628.748	71.139			150	71	19.861.226
Ac			308	67.408				0	1.559.291	47.960.236	98.645		0	3		49.685.890
S											517.778					517.778
A												670.327				670.327
Res													312.331			312.331
O											571	3		7.274		7.848
NO			1	2.573					7.969	105.394	1.256					117.193
Total 2002	68.710.165	11.309.527	391	2.267.910	0	30.797.802	7.303.820	64	26.152.353	55.618.985	801.062	670.330	312.369	8.234	365	203.953.377

Tabela 3.100 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Cerrado no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-49.158,28		13.166,00	6,93				1.200.920,16	1.052.361,61	26.450,64		13,19	172,14		2.243.932,4
FM		-107.366,04		1.651,05					17.308,52	2.147,64	2.454,08					-83.804,7
FSec			-1,79	-0,08					45,98	1,07						45,2
Ref									11.970,73	9.554,05	35,53					21.560,3
CS																0,0
GNM				-1.807,06					95.944,49	139.042,14	3.436,65		0,02	37,42		236.653,7
GM				-12,01			0,00		615,82	3.690,42	13,25					4.307,5
GSec								-2,74	4,65							1,9
Ap			-3,30	-5.494,50				0,01		33.115,24	4.089,44			11,36		31.718,3
Ac			-20,80	-11.494,25				0,00	-25.429,56		4.249,88		0,01	0,11		-32.694,6
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O																0,0
NO																0,0
Total 2002	0,0	-156.524,3	-25,9	-3.990,9	6,9	0,0	0,0	-2,7	1.301.380,8	1.239.912,2	40.729,5	0,0	13,2	221,0	0,0	2.421.719,8

10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.101 Áreas das transições identificadas no bioma Caatinga no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	42.851.867	3.018.045		1.214					2.988.130	1.564.918	5.564		6	3.067		50.432.809
FM		379.108							11.821	240						391.169
FSec																0
Ref				96.367												96.367
CS																0
GNM				8		906.149	35.188		111.954	30.373	133		0	35		1.083.839
GM							118.938		5.910							124.848
GSec																0
Ap			158.754	1.323					16.927.716	46.851	8.723		1	1.504		17.144.872
Ac				2.302					38.720	12.478.417	7.080			737		12.527.256
S											229.355					229.355
A												277.947	258	44		278.249
Res													366.470			366.470
O									5	0	0	0		113.220		113.225
NO																0
Total 2002	42.851.867	3.397.152	158.754	101.213	0	906.149	154.126	0	20.084.256	14.120.799	250.855	277.948	366.735	118.606	0	82.788.461

Tabela 3.102 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Caatinga no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-27.444,09		-170,29					183.831,36	151.079,04	796,54		1,19	481,30		308.575,0
FM		-6.894,71							1.286,57	68,70						-5.539,4
FSec																0,0
Ref																0,0
CS																0,0
GNM				-0,81					2.880,63	1.870,44	9,56		0,04	2,58		4.762,4
GM									-20,00							-20,0
GSec																0,0
Ap			-7.262,94	-223,18						710,68	418,90		0,03	87,33		-6.269,2
Ac				-394,72					-383,04		269,49			26,41		-481,9
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O									-0,38	0,00						-0,4
NO																0,0
Total 2002	0,0	-34.338,8	-7.262,9	-789,0	0,0	0,0	0,0	0,0	187.595,1	153.728,9	1.494,5	0,0	1,3	597,6	0,0	301.026,6

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 244 10/23/10 1:40 AM

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 245

Tabela 3.103 Áreas das transições identificadas no bioma Mata Atlântica 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	22.148.527	1.648.003		12.098					1.562.565	101.748	103.214		129.965	235		25.706.356
FM		3.698.170		762					48.656	1.175	14.353		199			3.763.316
FSec			887	0					4	10						900
Ref				2.906.756					21.370	2.933	1.240		36			2.932.335
CS																0
GNM				8.731		3.399.016	77.423		94.873	5.123	3.068		6.318			3.594.553
GM							145.906				374					146.280
GSec				112		0		1.562	212							1.886
Ap			57.511	41.428				5.071	42.021.625	188.554	115.738		1.604	0		42.431.530
Ac			1.961	13.950				60	182.664	30.817.351	112.970		772			31.129.727
S											1.297.779					1.297.779
A												518.146	145	20		518.311
Res													255.209			255.209
O									146	512	844	52		10.193		11.747
NO																0
Total 2002	**22.148.527**	**5.346.174**	**60.359**	**2.983.836**	**0**	**3.399.016**	**223.329**	**6.692**	**43.932.115**	**31.117.406**	**1.649.581**	**518.198**	**394.248**	**10.449**	**0**	**111.789.930**

Tabela 3.104 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Mata Atlântica no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-14.985,84		2.448,91					550.774,03	26.926,49	41.568,02		58.974,94	68,71		665.775,2
FM		-67.257,39		123,98					15.380,62	458,68	4.471,34		75,60			-46.747,2
FSec			-132,66	0,00					0,27	1,03						-131,4
Ref									3.412,26	526,52	309,06		8,15			4.256,0
CS																0,0
GNM				-910,83					4.801,24	395,21	273,95		747,70			5.307,3
GM											34,13					34,1
GSec				-18,00				-68,73	0,48							-86,2
Ap			-3.337,78	-6.800,01				33,87		3.497,63	7.117,17		85,08	0,00		595,9
Ac			-100,32	-2.376,61				0,10	997,15		5.347,39		26,22			3.893,9
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O									-8,08	-21,45						-29,5
NO																0,0
Total 2002	**0,0**	**-82.243,2**	**-3.570,8**	**-7.532,6**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**-34,8**	**575.358,0**	**31.784,1**	**59.121,1**	**0,0**	**59.917,7**	**68,7**	**0,0**	**632.868,2**

10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.105 Áreas das transições identificadas no bioma Pampa no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	3.538.241	20.001		9					77	224	792					3.559.343
FM		74.259														74.259
FSec																0
Ref				222.347							13					222.360
CS																0
GNM				0		3.982.207	1.152		18	9	508					3.983.894
GM							274.256									274.256
GSec																0
Ap				34					4.389.949	452	5.549					4.395.984
Ac				1					439	3.173.375	706					3.174.521
S											116.877					116.877
A												638.996				638.996
Res													797			797
O				21					316		5			129.669		130.010
NO																0
Total 2002	3.538.241	94.260	0	222.413	0	3.982.207	275.408	0	4.390.799	3.174.060	124.449	638.996	797	129.669	0	16.571.297

Tabela 3.106 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Pampa no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-181,88		1,48					24,29	3,89	307,37					155,1
FM		-1.350,52														-1.350,5
FSec																0,0
Ref											3,74					3,7
CS																0,0
GNM				-0,02					-0,25	0,09	28,87					28,7
GM																0,0
GSec																0,0
Ap				-5,04						10,32	347,03					352,3
Ac				-0,24					-10,34		29,97					19,4
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O				-3,93					-22,79							-26,7
NO																0,0
Total 2002	0,0	-1.532,4	0,0	-7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,1	14,3	717,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-817,9

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 246 10/23/10 1:40 AM

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 247

Tabela 3.107 Áreas das transições identificadas no bioma Pantanal no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	8.905.227	108.265							593.438	60.422	2.639		32	539		9.670.561
FM		206.520							80	0						206.600
FSec																0
Ref																0
CS																0
GNM						3.452.179	48.651		107.745	4.153	10					3.612.738
GM							88.293									88.293
GSec																0
Ap			5.900					276	849.394	45.027	568					901.166
Ac			3						74.669	43.150						117.821
S											6.781					6.781
A												525.075	37	3		525.116
Res													580			580
O									192	10				1.032		1.234
NO									132							132
Total 2002	8.905.227	314.785	5.903	0	0	3.452.179	136.944	276	1.625.650	152.762	9.998	525.075	649	1.574	0	15.131.022

Tabela 3.108 Emissões líquidas de CO_2 no bioma Pantanal no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-984,49							115.722,02	14.055,53	924,14		9,66	174,26		129.901,1
FM		-3.755,91							18,56	0,05						-3.737,3
FSec																0,0
Ref																0,0
CS																0,0
GNM									3.865,38	328,48	0,77					4.194,6
GM																0,0
GSec																0,0
Ap			-273,38					1,88		1.022,03	36,95					787,5
Ac			-0,21						-1.757,62							-1.757,8
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O									-14,76	-0,50						-15,3
NO																0,0
Total 2002	0,0	-4.740,4	-273,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	117.833,6	15.405,6	961,9	0,0	9,7	174,3	0,0	129.372,9

10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.109 Áreas das transições identificadas no Brasil no período 1994 a 2002 (em hectares)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	380.334.740	67.211.736	119.957	97.953	255.844				23.704.282	7.269.559	204.357		139.916	12.477	1.042	**479.351.863**
FM		64.282.538	12.967	6.447	3.268				727.289	85.143	22.997		429	5.069		**65.146.147**
FSec			55.743	641					685.481	169.927	1.138		1	715		**913.646**
Ref			56	5.606.076					96.422	64.064	1.402		36			**5.768.056**
CS																**0,0**
GNM				33.076		50.239.117	6.107.088	185	2.404.383	2.095.423	39.959		6.319	387	6	**60.925.944**
GM				95			4.785.945	25	24.262	58.937	559					**4.869.823**
GSec				216				2.694	13.137	717	48					**16.813**
Ap			994.827	88.301				8.429	108.107.791	2.896.830	263.004		1.787	2.946	1.598	**112.365.513**
Ac			75.328	84.414				175	3.188.716	97.555.719	224.906		774	740	5	**101.130.776**
S											2.359.127					**2.359.127**
A												14.289.017	66.445	67		**14.355.529**
Res													1.489.299			**1.489.299**
O			10	21					11.446	534	1.425	472		310.330		**324.238**
NO			309	2.863	321				779.265	148.807	4.851		97	1.796	15.079	**953.388**
Total 2002	**380.334.740**	**131.494.273**	**1.259.197**	**5.920.103**	**259.433**	**50.239.117**	**10.893.033**	**11.508**	**139.742.473**	**110.345.662**	**3.123.773**	**14.289.489**	**1.705.101**	**334.527**	**17.730**	**849.970.160**

Tabela 3.110 – Emissões líquidas de CO_2 no Brasil no período 1994 a 2002 (em Gg)

Uso da Terra em 1994	Uso da Terra em 2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-611.178,7	56.600,5	26.552,9	40.777,1				8.934.056,6	2.148.849,4	81.094,5		64.609,7	5.501,6		**10.746.863,5**
FM		-1.169.085,1	6.251,3	1.775,0	720,9				356.771,5	42.239,1	8.026,5		220,7	2.943,5		**-750.136,5**
FSec			-9.540,8	15,3					98.241,1	30.529,9	264,5		0,1	144,7		**119.654,8**
Ref			6,2						15.412,4	11.243,1	348,5		8,2			**27.018,4**
CS																**0,0**
GNM				-3.608,9				7,4	125.953,9	143.478,8	4.352,6		748,4	40,0		**270.972,2**
GM				-12,0				0,3	1.054,9	3.690,4	52,6					**4.786,2**
GSec				-34,3				-118,6	20,4	15,1	2,2					**-115,2**
Ap			-46.638,4	-14.565,0				56,1		57.256,5	15.712,4		96,1	180,7		**12.098,4**
Ac			-4.493,5	-14.408,9				0,2	-50.588,3		10.194,6		26,3	26,5		**-59.243,1**
S																**0,0**
A																**0,0**
Res																**0,0**
O			-0,8	-3,9					-712,8	-22,5						**-740,1**
NO																**0,0**
Total 2002	**0,0**	**-1.780.263,8**	**2.184,5**	**-4.289,9**	**41.498,0**	**0,0**	**0,0**	**-54,5**	**9.480.209,6**	**2.437.279,9**	**120.048,4**	**0,0**	**65.709,5**	**8.836,9**	**0,0**	**10.371.158,7**

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 248 10/23/10 1:40 AM

3.5.3.8 Emissões antrópicas líquidas anuais de CO_2 para o período 1990 a 2005

Os resultados apresentados nas seções 3.5.3.7 representam as estimativas das emissões antrópicas líquidas médias para o período 1995 a 2002.

A partir desses resultados, foram estimadas, ainda, as emissões antrópicas líquidas anuais para o período 1990 a 1994 e para o período 2003 a 2005.

Emissões antrópicas líquidas anuais para o período 1990 a 1994

Em razão da melhoria promovida para este Inventário, em relação às estimativas de estoque de carbono no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, de 1994 a 2002, os valores médios de estoque de carbono por hectare obtidos no Inventário Inicial foram corrigidos para os novos valores para todos os biomas. Houve também a inclusão da remoção por sumidouros das áreas manejadas de 1990 a 1994.

A correção dos valores médios de estoque de carbono foi feita por meio da incorporação de estimativas de carbono para todos os compartimentos florestais, com a inclusão adicional da biomassa viva abaixo do solo e serapilheira grossa e fina, que não haviam sido incluídos no Inventário Inicial.

Os valores médios de emissões de CO_2 obtidos foram considerados constantes para os anos 1990 a 1994 para todos os biomas, exceto para o bioma Amazônia, para o qual o valor total das emissões para o período 1990 a 1994 foi distribuído anualmente de forma proporcional aos valores observados de desmatamento bruto pelo Prodes.

Para remoção de CO_2 por sumidouros das áreas manejadas de 1990 a 1994, considerou-se a mesma remoção anual de carbono de 0,62 tC/ha, aplicada para todos os anos deste Inventário, apenas nas áreas manejadas de fisionomia florestal identificadas em 1994 e assumidas iguais desde 1990.

Emissões antrópicas líquidas anuais para o período 1995 a 2002

Os valores médios de emissões de CO_2 obtidos para o período 1995 a 2002 foram considerados constantes para todo o período, bem como para todos os biomas, exceto para o bioma Amazônia. Para o bioma Amazônia, para o período 1995 a 2002, o valor total das emissões correspondente às transições (mudanças do uso da terra) de uma fisionomia de vegetação natural para outros usos foi distribuído de forma proporcional aos valores anuais observados de desmatamento bruto pelo Prodes. O total das emissões líquidas correspondentes às outras transições foi considerado constante para todo o período.

Emissões antrópicas líquidas anuais para o período 2003 a 2005

Com base no estoque médio de carbono calculado para as fisionomias florestais da Amazônia e da vegetação de Cerrado, obtidas neste Inventário para o período entre 1994 e 2002, e nos dados de área de desflorestamento bruto da Amazônia (Prodes, período 2002-2005) e nos dados de desmatamento de Cerrado (PPCerrado 2002-2008), foram estimadas as emissões brutas anuais de CO_2 para esses biomas para os anos de 2003 a 2005. Para os demais biomas, as emissões antrópicas líquidas de CO_2 para o período de 2003 a 2005 foram consideradas constantes e iguais ao valor médio para o período 1994 a 2002.

A Tabela 3.111, a seguir, apresenta as emissões antrópicas líquidas anuais de CO_2 para o período 1990 a 2005 para cada um dos biomas brasileiros.

Tabela 3.111 Síntese das emissões antrópicas líquidas anuais de CO_2 para o período 1990 a 2005 por bioma

Biomas	1990	1994	2000	2005	Participação 2005	Variação 1990-2005
	(Tg)				(%)	
Amazônia	460,53	521,05	814,11	842,97	67,4	83,0
Cerrado	233,00	233,00	302,71	275,38	22,0	18,2
Mata Atlântica	22,17	22,17	79,11	79,11	6,3	256,9
Caatinga	27,97	27,97	37,63	37,63	3,0	34,6
Pantanal	17,83	17,83	16,17	16,17	1,3	-9,3
Pampa	(0,10)	(0,10)	(0,10)	(0,10)	0,0	0,0
Total	**761,39**	**821,92**	**1.249,63**	**1.251,15**	**100**	**64,3**

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 249 10/23/10 1:40 AM

3.5.3.9 Emissões de outros gases de efeito estufa

Quando da conversão de floresta para uso agrícola ou pecuária, parte da biomassa original é retirada na forma de madeira comercial, como lenha para fabricação de carvão vegetal, ou para uso como combustível em diversas finalidades. O restante é normalmente deixado no campo e é queimado. Como resultado dessa queima imperfeita ocorrem emissões de gases de efeito estufa como CH_4, N_2O, CO e NO_x.

Na ausência de estatísticas disponíveis sobre essa fração que é retirada antes da queima, utilizaram-se como *proxy* as estatísticas do IBGE sobre a quantidade de madeira em toras, carvão vegetal e lenha que é produzida anualmente em atividades extrativas de florestas nativas.

Os dados disponibilizados anualmente, na forma de volume de madeira e lenha (m^3) e quantidade de carvão (t), são convertidos em estoque de carbono (tC), e a biomassa queimada em campo é obtida descontando-se da biomassa total.

Para o período de 1990 a 2005, a fração de carbono retirada na forma de madeira comercial diminuiu de 9% para 3% do total de carbono emitido na forma de CO_2. A fração retirada na forma de carvão e lenha, por sua vez, diminuiu de 10% para 3% do total de carbono emitido na forma de CO_2 no mesmo período. A fração total de biomassa retirada diminuiu de 18% para 4% entre 1990 e 2005, o que significa que a biomassa efetivamente queimada aumentou de 82% para 96% do total de biomassa disponível à época do desmatamento.

Para a estimativa da emissão dos gases CH_4, N_2O, CO e NO_x, foi utilizado o *Guidelines* 1996. Para a fração de biomassa efetivamente queimada, adotou-se um valor de 0,5 de eficiência de queima (CARVALHO *et al*., 2001).

Na Tabela 3.112, apresenta-se uma síntese das emissões de gases não-CO_2 por queima de biomassa na conversão de áreas de floresta em usos agropecuários.

Tabela 3.112 Síntese das emissões de gases não-CO_2 por queima de biomassa na conversão de áreas de floresta em usos agropecuários

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg CO_2)				(%)
CH_4	1.996	2.238	3.026	3.045	52,5
CO	17.468	19.584	26.476	26.641	52,5
N_2O	13,73	15,39	20,80	20,93	52,5
NO_x	496	556	752	757	52,5

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 250 10/23/10 1:40 AM



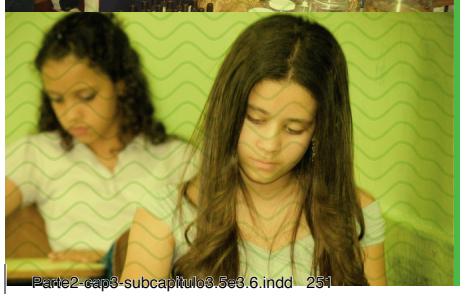












Tratamento de Resíduos

3.6 Tratamento de Resíduos

A disposição de resíduos sólidos e o tratamento de esgotos domésticos ou industriais podem produzir emissões de gases de efeito estufa.

Emissões de CH_4 podem ocorrer tanto devido a disposição de resíduos sólidos quanto ao tratamento anaeróbio de esgotos e águas residuárias.

Emissões de N_2O também podem ocorrer no tratamento de esgotos domésticos, em função do conteúdo de nitrogênio na alimentação humana.

A incineração de lixo, como toda combustão, provoca emissões de gases de efeito estufa, dependendo da composição dos resíduos. No entanto, essa atividade é bastante reduzida no Brasil.

Os resíduos sólidos podem ser descartados em aterros ou em lixões, bem como serem reciclados ou incinerados. Os resíduos líquidos podem receber várias formas de tratamentos físico-químicos ou biológicos, sendo que os tratamentos biológicos podem ocorrer via decomposição aeróbia ou anaeróbia.

O gás mais relevante produzido no tratamento de resíduos é o CH_4. Quantidades significativas de emissões desse gás são produzidas na decomposição anaeróbia de resíduos, sendo as duas maiores fontes a disposição de lixo em aterros e o tratamento anaeróbio de efluentes.

Foram estimadas as emissões de CH_4 referentes à disposição de resíduos sólidos, ao tratamento de efluentes domésticos e industriais, além das emissões de CO_2 e N_2O da incineração de resíduos e emissões de N_2O referentes ao tratamento de dejetos humanos.

Para estimar as emissões de gases de efeito estufa do setor de Tratamento de Resíduos foram necessários dados sobre população urbana, taxas municipais de geração de resíduos sólidos urbanos e taxas de geração de matéria orgânica para o caso dos efluentes. A coleta desses dados foi realizada durante todo o período de elaboração das estimativas.

No entanto, nem todos os dados necessários para o cálculo das estimativas estão disponíveis para todo o país, e outros têm incertezas muito elevadas, como condições de disposição de resíduos, volume de resíduos gerados, instalações de aterros ou lixões, assim como sistemas de tratamento de efluentes e concentração de matéria orgânica.

3.6.1 Disposição de Resíduos Sólidos

Os depósitos de lixo, aterros e lixões geram CH_4 em função de fatores como quantidade de resíduos, idade do depósito, presença de ambiente anaeróbio, acidez e condições construtivas e de manejo. Quanto maiores as condições de controle dos aterros e profundidade dos lixões, que melhoram as suas condições sanitárias, maior, no entanto, o potencial de emissão de CH_4.

O método utilizado para a estimativa das emissões provenientes dos aterros foi o de decaimento de primeira ordem (*Tier* 2) do *Guidelines* 1996 e do *Good Practice Guidance* 2000, que considera que a emissão de CH_4 persiste ao longo de uma série de anos, após a disposição do resíduo. Para a sua aplicação, foram necessários dados relativos à população urbana, ao clima (médias anuais de temperatura e chuva), à quantidade de resíduo aterrada, à composição do resíduo, qualidade de operação do aterro e às quantidades de CH_4 recuperada e oxidada, desde 1970.

Os dados relativos à população urbana de todos os municípios do Brasil, empregados na estimativa, são os correspondentes aos encontrados nos Censos do IBGE para os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, além da Contagem da População de 2007 (IBGE, 2009). A população urbana de 2005 foi estimada empregando-se a taxa de crescimento populacional urbano da última década de cada município[51].

Os tipos e taxas de produção de resíduos sólidos no país variam devido à grande extensão territorial e às diferenças regionais, econômicas e sociais. Segundo estudos realizados pela Cetesb, em um grande número de municípios do estado de São Paulo a taxa de geração de resíduos por habitante, no Brasil, varia entre 0,4 e 0,7 kg/hab.dia, com uma taxa diária média estimada em 0,5 kg/hab. Esse valor foi adotado neste Inventário, assim como no anterior.

Segundo a PNSB (2000), a disposição e o tratamento de resíduos sólidos distribuíram-se da seguinte forma: 76% eram depositados em lixões a céu aberto, 22% em aterros sanitários e 2% tiveram outra destinação, como as usinas de compostagem e a incineração.

No Brasil, há poucos dados sobre a quantidade total de resíduo gerado e a fração de resíduos destinada ao aterro. Assim como, não existem levantamentos detalhados sobre as condições dos locais de disposição de resíduos sólidos, ou da composição média desses resíduos. Na falta de dados disponíveis na literatura nacional foram adotados valores *default* do IPCC, como se segue.

51 Para o caso de novos municípios, essa informação não se encontra disponível e, por isso, adotou-se a taxa de crescimento populacional do respectivo estado.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 252 10/23/10 1:40 AM

A quantidade de resíduo depositada em aterros foi estimada por meio do produto da taxa de resíduo coletado *per capita* pela população urbana. A taxa de geração de resíduo sólido urbano *per capita* foi estimada a partir de dados adaptados da Cetesb e da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe. Dados da Cetesb foram empregados para estimar as quantidades destinadas aos aterros em 1970 e dados da Abrelpe para estimar as quantidades aterradas em 2005. Os dados dos anos intermediários foram interpolados linearmente.

Os dados sobre composição de resíduos foram classificados, como indicado no *Good Practice Guidance* 2000, nas seguintes frações de resíduo correspondentes a: papéis e têxteis; podas de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares; alimentos; e madeira e palha. A partir dos dados de composição de resíduos, disponíveis para alguns estados e municípios, foram estimadas regressões lineares para cada região do país.

Para o fator de correção do metano, utilizou-se a seguinte classificação recomendada: aterro sanitário (1,0), local não gerenciado com profundidade igual ou superior a cinco metros (0,8), local não gerenciado com menos de cinco metros de profundidade (0,4), depósito de lixo não classificado (0,6). Além disso, foram adotados valores *default* para a fração de carbono orgânico degradável que realmente degrada (0,5) e para a fração de metano no gás de aterro (0,5).

Para estimativa das emissões de CH_4 devem ser descontadas as quantidades recuperadas. Para os anos de 1990 a 2002, tais quantidades foram consideradas nulas. A partir de 2003, foram consideradas as reduções de CH_4 relatadas nos documentos de monitoramento das atividades de projeto de MDL em aterros sanitários no Brasil, para as quais houve Reduções Certificadas de Emissão - RCE[52], emitidas pelo Conselho Executivo do MDL.

Deve-se destacar que as quantidades de CH_4 reduzidas são descontadas das emissões dos municípios onde se situam as atividades de projeto MDL. Como um aterro pode receber resíduos de vários municípios, a quantidade de metano recuperada pode ser superior à emissão correspondente à daquele município, estimada em função da sua população urbana e demais parâmetros descritos ao longo do documento. Os valores considerados de metano recuperado foram: 1 Gg CH_4 em 2003, 45 Gg CH_4 em 2004 e 62,5 Gg CH_4 em 2005.

52 Uma RCE equivale a uma tonelada de CO_2e.

Para todas as cidades com mais de 1.000.000 habitantes, considerou-se que seriam providas de aterros sanitários. Para esses casos, o fator de oxidação (OX), que reflete a queima de CH_4 que pode acontecer nos aterros, foi considerado igual a 0,1, de acordo com o *Good Practice Guidance* 2000. Para cidades de população inferior, tal fator foi assumido como nulo.

Com essas hipóteses, foram estimadas as emissões de CH_4 pela disposição de resíduos sólidos e estão apresentadas na Tabela 3.113.

Tabela 3.113 Emissões de CH_4 na disposição de resíduos sólidos

Fonte	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Disposição de resíduos sólidos	792	897	1.060	1.104	39,5

Para o período considerado, verificou-se um aumento nas emissões de CH_4, devido ao crescimento demográfico, mudanças de hábitos, melhoria na qualidade de vida e desenvolvimento industrial, que causaram aumento na quantidade gerada de resíduos.

3.6.2 Incineração de Resíduos Sólidos

Diante da dificuldade de disposição dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas brasileiras, iniciou-se a prospecção de formas alternativas para a destinação dos resíduos. Dentre as possíveis destinações encontradas destaca-se a incineração.

A incineração de resíduos urbanos vem sendo considerada com maior frequência em grandes metrópoles à medida que o custo do transporte do resíduo, para aterros cada vez mais distantes das regiões metropolitanas, aumenta. Essa prática é aplicada a uma fração pequena do resíduo total tratado, sendo mais utilizada para o tratamento de resíduos perigosos de origem industrial e de resíduos dos serviços de saúde que, em geral, não podem ser dispostos em aterros comuns, necessitando de tratamento especial.

Para estimativa de emissões de CO_2 e de N_2O de incineração de resíduos, foi utilizada a metodologia do *Good Practice Guidance* 2000 e do *Guidelines* 2006. De acordo com a metodologia, a estimativa de emissão de CO_2 é determinada pelo tipo de resíduo incinerado, pelo carbono contido no tipo de resíduo, pela sua fração de carbono fóssil e pela

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 253 10/23/10 1:40 AM

eficiência de queima dos incineradores. Analogamente, a estimativa de emissões de N_2O é determinada pelo tipo e quantidade de resíduo incinerado e o fator de emissão para cada tipo de resíduo.

Para estimar o percentual de carbono de origem fóssil nos resíduos sólidos municipais considerou-se a análise feita para a disposição de resíduos em aterros. Reconhecendo-se que tem havido uma tendência de aumento da quantidade de carbono de origem fóssil nos resíduos sólidos municipais, buscou-se uma correlação linear que melhor estimasse a variação desse percentual para as cinco regiões do país.

Não foi possível determinar o percentual de carbono de origem fóssil nos outros tipos de resíduos, como resíduos perigosos, de serviços de saúde e de lodo de esgoto. Foram utilizados os valores *default* do *Good Guidance Practice* 2000 necessários para esse cálculo.

Com relação à eficiência de queima dos incineradores de resíduo, não foram identificados dados nacionais sobre essa variável. Portanto, optou-se por adotar os valores *default* do *Good Guidance Practice* 2000. Para o caso do fator de emissão de N_2O foram empregados os valores *default* do *Guidelines* 2006, já que não havia tal informação no *Guidelines* 1996 e nem no *Good Practice Guidance* 2000.

Para as estimativas das emissões relativas a incineração de resíduos perigosos, empregaram-se dados disponíveis da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos – ABETRE (2006), do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS e de operadores e fabricantes de incineradores que responderam à solicitação de dados feita pela Cetesb. As emissões são apresentadas na Tabela 3.114.

Tabela 3.114 Emissões de CO_2 e N_2O pela incineração de resíduos sólidos

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
CO_2	24	63	92	110	349
N_2O	0,0015	0,0039	0,0059	0,0068	341

3.6.3 Tratamento de Esgotos

Efluentes com um alto grau de conteúdo orgânico, como o esgoto doméstico e os efluentes da indústria de alimentos e bebidas, indústria de papel e celulose têm grande potencial de emissão de CH_4. Os esgotos domésticos são fontes, também, de emissões de N_2O, em função do conteúdo de nitrogênio na alimentação humana. As emissões de N_2O foram estimadas pela quantidade de nitrogênio presente nos dejetos humanos.

3.6.3.1 Esgotos domésticos e comerciais

Vários sistemas são utilizados para o tratamento de efluentes no Brasil. Apesar disso, uma grande quantidade de esgoto é despejada diretamente nos rios e oceano, sem tratamento. Segundo a PNSB (2000), os esgotos domésticos não tratados são lançados *in natura* em corpos d'água; a maioria dos distritos (84,6%) despeja esgotos nos rios. A mesma pesquisa mostra que, dos 5.507 municípios brasileiros, 52,2% possuíam algum serviço de esgotamento sanitário.

Os avanços não foram muito significativos se comparados aos resultados da mesma pesquisa anterior PNSB (IBGE, 1989) em que o último percentual era de 47,3%. Nesse período, o aumento do número de municípios foi de 24% e o de serviços de esgotamento sanitário foi de 10%. Dos domicílios recenseados, incluídos os domicílios ocupados, vagos, fechados e de uso ocasional, apenas 33,5% são atendidos por rede geral de esgotos.

Dentre as várias opções coletivas para o tratamento biológico, as mais utilizadas no Brasil são as lagoas de estabilização e as diversas modificações do processo de lodos ativados, particularmente aquelas que empregam o conceito de aeração prolongada e filtros biológicos.

A emissão de CH_4 é estimada a partir da matéria orgânica presente nos efluentes, expressa em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, que representa a quantidade de oxigênio consumida por microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica.

O volume de esgotos gerados por pessoa depende da quantidade de água consumida e corresponde normalmente a 80% deste consumo. A carga orgânica unitária varia de país para país, entre 0,02 e 0,08 g DBO por habitante, por dia.

Utilizou-se a Demanda Bioquímica de Oxigênio média por habitante no Brasil de 0,054 kg DBO/(hab.dia). Para a capacidade máxima de produção de metano utilizou-se o valor *default* do *Good Practice Guidance* 2000, igual a 0,60 kg CH_4/kg DBO.

A carga orgânica dos efluentes domésticos pode ser aumentada pelo lançamento de efluentes industriais nos sistemas de esgotamento urbano ou também pode ser reduzida por

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 254 10/23/10 1:40 AM

infiltrações pluviais no esgoto. Porém, esses dados foram estimados como nulos, pois não há informação a esse respeito.

Os dados de população empregados nessa estimativa, diferentemente da estimativa de emissão pela disposição de resíduos, referem-se à população total, pois o cálculo considera esgotos domésticos não coletados que incluem os gerados e degradados em área rural.

Foram considerados os tratamentos anaeróbios em estações de tratamento de esgotos, que incluem a digestão anaeróbia de lodo, processos anaeróbios em reatores e lagoas, latrinas e fossas sépticas. Também foram considerados os lançamentos de matéria orgânica no mar, rios e lagos nos quais, por reações anaeróbias, ocorrem emissões de CH_4.

Considerou-se que o metano recuperado em reatores anaeróbios e em digestores anaeróbios de sistemas de lodos ativados é destruído sempre em um queimador, pois essa é a prática verificada no Brasil. Adotou-se então que 100% de metano recuperado são queimados. A eficiência estimada dos queimadores é de aproximadamente 50%. Para as emissões em sistemas de tratamento em fossa séptica e lagoas anaeróbias e para os lançamentos de efluentes sem tratamento em corpos d'água, considerou nula a oxidação do metano.

Além do CH_4, foram estimadas as emissões de N_2O de dejetos humanos a partir do consumo médio anual *per capita* de proteína, por estado ou região e da população do país.

Os valores para o consumo de proteína *per capita* foram retirados de publicação da FAO, conforme sugerido no *Guidelines* 1996, com interpolação para os anos ausentes. O estudo identificou valores variando entre 68 e 84,5 g/dia/pessoa, dependendo da região. Os dados de população foram os mesmos utilizados nas estimativas de CH_4.

As emissões de CH_4 e N_2O devido ao tratamento de esgotos domésticos e comerciais estão apresentadas na Tabela 3.115 para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005.

Tabela 3.115 Emissões por tratamento de esgoto doméstico e comercial

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
CH_4	341	369	408	433	27,2
N_2O	9,0	10,8	12,4	14,0	54,4

3.6.3.2 Esgotos Industriais

Os efluentes da produção industrial têm sido tratados tradicionalmente através de lagoas ou pelos processos de lodos ativados e filtros biológicos. Nos últimos anos, no entanto, tem havido uma forte tendência de utilização de reatores anaeróbios, devido à baixa necessidade de área dessa tecnologia, além de não consumir energia para aeração.

Para este Inventário, foram incluídas apenas as atividades industriais com maior potencial de emissões de metano, de acordo com o *Good Practice Guidance* 2000. Para essa escolha, além da consulta ao Inventário Inicial, foram consultados especialistas que buscaram dados na Pesquisa Industrial Anual – PIA - Produto (IBGE, 2005), no Anuário Estatístico do IBGE - 2005 (IBGE, 2006) e nas entidades representativas dos setores industriais como, indústria de algodão (Abrapa), indústria de alimentos (ABIA), indústria de papel e celulose (Bracelpa) e indústria de açúcar e álcool (Unica).

Para a estimativa das emissões de CH_4, foram utilizados dados da produção industrial e o fator de emissão para cada um dos setores considerados.

Os dados relativos à produção industrial desses setores são apresentados na Tabela 3.116. Deu-se prioridade aos dados obtidos junto às associações do setor, pois esses se mostraram mais completos do que os obtidos na consulta ao IBGE.

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 255 10/23/10 1:40 AM

Tabela 3.116 Produção industrial dos setores selecionados

Setores	Unidade	Produção Industrial			
		1990	1994	2000	2005
Álcool [a]	t/ano	9.090.060	10.011.465	8.362.142	12.588.557
Açúcar [a]	t/ano	7.365.344	12.618.165	16.256.105	25.905.723
Cervejas [b,d]	m^3/ano	3.749.150	4.276.950	9.023.303	9.214.807
Leite cru [b,d]	t/ano	13.039.250	13.808.250	22.674.628	24.915.456
Algodão [c]	t/ano	716.800	537.100	938.800	1.037.856
Papel [e]	t/ano	4.914.113	5.653.597	7.187.831	8.597.307
Suínos [f]	t/ano	729.545	976.874	1.348.522	2.156.518
Leite pasteurizado [g]	t/ano	4.003.625	4.466.925	4.842.801	5.189.665
Aves [f]	t/ano	1.604.696	2.459.307	5.081.965	7.865.780
Bovinos [f]	t/ano	2.835.762	3.333.479	3.899.806	6.345.811

Fontes: (a) Unica, 2009; (b) ABIA, 2008; (c) Abrapa, 2009; (d) Vieira; Alves, 2006 - Para o período de 1990 a 1994; (e) IBGE - PIA - Produto, 2005; (f) IBGE - Anuário estatístico, 1993 a 2005; (g) ABIA, 2008.

Ressalta-se que os efluentes da indústria de açúcar e álcool, apesar do grande potencial de emissão de metano, devido à elevada geração de carga orgânica, não representam uma fonte de emissão de CH_4, pois seus efluentes são lançados no solo como fertilizante, sem tratamento anaeróbio. Foram consideradas nulas as emissões desse setor, da mesma forma que no Inventário Inicial.

Na Tabela 3.117, a seguir, apresentam-se os fatores de emissão utilizados na estimativa. As estimativas das emissões devido ao tratamento de efluentes industriais estão apresentadas na Tabela 3.118.

Tabela 3.117 Fatores de emissão de CH_4 para os setores industriais selecionados

Setor industrial	Fatores de Emissão
	(kg CH_4/kg DBO)
Açúcar e Álcool	0
Cerveja	0,395
Leite cru	0,3
Algodão	0,3
Papel	0,3
Suínos	0,3
Leite pasteurizado	0,3
Aves	0,3
Bovinos	0,3

Tabela 3.118 Emissões de CH_4 pelo tratamento de efluentes industriais

Fonte	1990	1994	2000	2005	Variação 1990-2005
	(Gg)				(%)
Tratamento de efluentes industriais	132	141	247	274	108,0

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 256 10/23/10 1:40 AM

Parte2-cap3-subcapitulo3.5e3.6.indd 257 10/23/10 1:40 AM



parte2-cap4-5.indd 258 10/23/10 1:40 AM

















Capítulo 4

Incerteza das Estimativas

4 Incerteza das estimativas

As estimativas de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa, apresentadas neste Inventário, estão sujeitas a incertezas devido a diversas causas, desde a imprecisão de dados básicos utilizados até o conhecimento incompleto dos processos que originam as emissões ou remoções de gases de efeito estufa.

O *Good Practice Guidance* 2000 reconhece que a incerteza das estimativas não pode ser totalmente eliminada e que o objetivo principal deve ser o de produzir estimativas acuradas, ou seja, que não sejam nem subestimadas nem sobreestimadas, buscando, ao mesmo tempo e na medida do possível, aumentar a precisão das estimativas.

Seguindo essas recomendações, na geração das estimativas apresentadas neste Inventário, buscou-se assegurar que elas fossem não tendenciosas (sem viés). Para algumas atividades esse objetivo não pode ser totalmente alcançado, seja pela impossibilidade de estimar valores para alguns subsetores, seja pela inadequação de parâmetros *default* utilizados na ausência de valores apropriados às condições nacionais. Esses casos foram assinalados nos itens anteriores.

A precisão das estimativas variou dependendo das características de cada setor, dos dados disponíveis e dos recursos que puderam ser investidos na determinação de fatores de emissão mais adequados às circunstâncias brasileiras. Nesse sentido, ênfase foi dada aos setores mais relevantes em termos de emissões de gases de efeito estufa.

A incerteza do inventário é função da incerteza associada a cada um dos dados de atividade e fatores de emissão e outros parâmetros utilizados nas estimativas. A quantificação da incerteza de cada dado é uma informação tão ou mais difícil de avaliar quanto a própria informação desejada.

Para muitos setores não foi possível fazer uma análise detalhada da incerteza das estimativas, uma vez que isso exigiria um esforço considerável de análise da acurácia e precisão das informações básicas utilizadas. Mesmo assim, uma avaliação geral da precisão do Inventário foi realizada com base no julgamento/conhecimento de especialistas nas áreas específicas e utilização de valores *default* descritos pelo IPCC. O objetivo foi apenas o de identificar os setores do Inventário onde maiores recursos deverão ser utilizados no futuro.

A precisão associada aos dados de atividade e aos fatores de emissão, assim como das estimativas de emissão ou remoção, são expressos na forma ± x %, significando os limites de um intervalo de confiança de 95% para o valor apresentado.

4.1 Incerteza das Estimativas de Emissões e Remoções de CO_2

Na Tabela 4.1, apresentam-se os resultados da análise de incerteza para as estimativas de emissão e remoção de CO_2.

Tabela 4.1 Precisão das estimativas de emissão e remoção de CO_2

Setor	Incerteza (%)
Energia	3
Queima de combustíveis fósseis	3
Emissões fugitivas	26
Mineração de carvão	32
Extração e transporte de petróleo e gás natural	28
Processos Industriais	3
Produção de cimento	4
Produção de cal	10
Produção de amônia	11
Produção de alumínio	5
Outras indústrias	12
Mudança do Uso da Terra e Florestas	33
TOTAL	**32**

parte2-cap4-5.indd 260 10/23/10 1:40 AM

4.2 Incerteza das Estimativas de Emissões de CH_4

Na Tabela 4.2, apresentam-se os resultados da análise de incerteza para as estimativas de emissão de CH_4.

Tabela 4.2 Precisão das estimativas de emissão de CH_4

Setor	Incerteza (%)
Energia	26
Queima de combustíveis	31
Emissões fugitivas	44
Mineração de carvão	73
Extração e transporte de petróleo e gás natural	54
Processos Industriais (indústria química)	14
Agropecuária	31
Fermentação entérica	34
Manejo de dejetos de animais	38
Cultura de arroz	45
Queima de resíduos agrícolas	32
Tratamento de resíduos	37
Lixo	56
Esgoto	36
Industrial	56
Doméstico	47
TOTAL	**25**

4.3 Incerteza das Estimativas de Emissões de N_2O

Na Tabela 4.3, apresentam-se os resultados da análise de incerteza para as estimativas de emissão de N_2O.

Tabela 4.3 Precisão das estimativas de emissão de N_2O

Setor	Incerteza (%)
Energia (queima de combustíveis)	26
Processos Industriais (indústria química)	6
Agropecuária	52
Manejo de dejetos de animais	43
Solos agrícolas	52
Animais em pastagem	81
Outras fontes diretas	52
Emissões indiretas	100
Queima de resíduos agrícolas	51
Tratamento de Resíduos (esgoto doméstico)	56
TOTAL	**45**

parte2-cap4-5.indd 261 10/23/10 1:40 AM

Referências Bibliográficas

ABIA - Associação Brasileira da Indústria da Alimentação. *Evolução da produção brasileira de alimentos*. [mensagem via e-mail]. Mensagem recebida por <biogas@cetesbnet.sp.gov.br> em 17 out. 2008.

ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café. *Indicadores da Indústria de Café no Brasil - 2009*. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estatisticas.html#graf3. Acesso em: 14 set. 2010.

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <http://sn113w.snt113.mail.live.com/default.aspx?n=1596605175>. Acesso em: 14 set. 2010.

ABIQUIM - Associação Brasileira de Indústria Química, 1995. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

_____, 1996. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

_____, 1997. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

_____, 2005. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

_____, 2008. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

_____, 2010. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.

ABPC – Associação Brasileira dos Produtos de Cal. *In*: BRASIL, 2010b - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Minerais (Parte II): Cal / Usos do Calcário e Dolomita/Barrilha"*. Brasília: MCT. 40p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209487.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2010.

ABRABE - Associação Brasileira de Bebidas Disponível em: http://www.abrabe.org.br/mercado.php em 14/09/2010

ABRAFE – Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico. *In*: BRASIL, 2010e - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Emissões de CO_2 na Indústria do Aço"*. Brasília: MCT. 43p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211976.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2010.

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. *Algodão Série Histórica*. [mensagem via e-mail]. Mensagem recebida por <brunapa@cetesbnet.sp.gov.br> em 31 mar. 2009.

ABRETE, 2006 - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos. *Estatísticas*. Disponível em: <http://www.abetre.org.br/estatisticas>. Acesso em: 14 set. 2010.

ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K.; ALMEIDA, S. A.S .; SILVA, O.F.; SILVEIRA, A.M., 1997. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon, *Global Change Biology*, 3: p. 451-461.

AMORIM, I. L. de; SAMPAIO, E. V. S. B. & ARAÚJO; E. de L., 2005. *Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil*. Acta bot. bras. 19(3): 615-623.

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N., 2005. *Selective logging in the Brazilian Amazon*. Science, Vol. 310, 480-482.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel. *Evolução da Produção Brasileira de Papel*. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/140>. Acesso em: 14 set. 2010.

BRACELPA, 2010. *Booklet sobre Setor de Papel e Celulose*.

BRASIL - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: MCT. 274p.

parte2-cap4-5.indd 262 10/23/10 1:40 AM

_____, 2010 – Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2007. *Balanço energético nacional 2007: ano base 2006*. Rio de Janeiro: EPE. 192p.

_____, 2010a - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Minerais (Parte I)"*. Brasília: MCT. 37p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209486.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2010.

_____, 2010b - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Minerais (Parte II): Cal / Usos do Calcário e Dolomita/Barrilha"*. Brasília: MCT. 40p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209487.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2010.

_____, 2010c - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química"*. Brasília: MCT. 47p. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211781.pdf >. Acesso em: 16 jul. 2010.

_____, 2010d - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produção de Metais - Alumínio - ABAL"*. Brasília: MCT. 38p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211125.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2010.

_____, 2010e - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Emissões de CO_2 na Indústria do Aço"*. Brasília: MCT. 43p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211976.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2010.

_____, 2010f - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. R*elatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Tratamento e Disposição de Resíduos*". Brasília: MCT. 100p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211987.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2010

_____, 2010g - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário*". Brasília: MCT. 42p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212594.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2010

_____, 2010h - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas - Emissões de CO_2 pelo Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas*". Brasília: MCT. 105p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0213/213346.pdf>. Acesso em: 09 abril. 2010.

_____, 2010i - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis Fósseis: Abordagem Top-Down*". Brasília: MCT. 105p. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209644.pdf >. Acesso em: 15 set. 2010.

_____, 2010j - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis Fósseis: Abordagem Bottom-Up*". Brasília: MCT. 81p. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212234.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2010.

_____, 2010l – Ministério do Meio Ambiente. PPcerrado. Disponível em: http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=232&idConteudo=9955

_____, 2010m – Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2006. Balanço energético nacional 2006: ano base 2005. Rio de Janeiro: EPE.

parte2-cap4-5.indd 263 10/23/10 1:40 AM

CARVALHO Jr., J. A.; COSTA, F. S.; VERAS, C. A. G.; SANDBERG, D. V.; ALVARADO, E. C.; GIELOW, R.; SERRA Jr., A. M.; SANTOS, J. C., 2001. *Biomass fire consumption and carbon release rates of rainforest-clearing experiments conducted in Northern Mato Grosso, Brazil*.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, 2006. *In*: BRASIL, 2010g - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário"*. Brasília: MCT. 42p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212594.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2010.

COPERSUCAR S. A.- Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 2003. *Equipamentos, Custos e Potenciais*. Centro de Tecnologia - CTC.

_____, 1995. *Tratamento de Efluentes na Indústria Sucroalcooleira*. Centro de Tecnologia - CTC.

CORINAIR - CORE INVENTORY AIR EMISSIONS, 1996. *Atmospheric Emission Inventory Guidebook - Solvent and Other Product Use*. Primeira Edição, EMEP - Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Polluents in Europe.

DURIGAN, G., 2004. *Estimativas de estoque de carbono na vegetação natural do Estado de São Paulo*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Prospecção Tecnológica, Mudança do Clima, Estudo 4 - Oportunidades de Negócios em segmentos produtivos nacionais.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA ALGODÃO. *Sistemas de Produção do Algodoeiro*. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em: 23 de set. 2009.

_____ EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. *Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Arroz: Cultivares de Arroz Recomendadas para Plantio no Ano Agrícola 1995/96*. Goiânia, GO: Embrapa-CNPAF, p. 1-39, 1995.

_____ EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Brasil 1986 a 2006. *Dados conjunturais do Arroz (Área, Produção e Rendimento)*. Dados não publicados, atualizados pela Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão, por SILVA, O.F., 2008.

_____ EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. *Raças caprinas*. Disponível em: <http://www.cnpc.embrapa.br/cnpc21.htm>. Acesso em: 7 jul. 2009.

_____ EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. *Sistema de Produção do Arroz para RS e SC*. Disponível em: <http://www.cnpct.embrapa.br>. Acesso em: 7 jul. 2009.

_____ EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 1997. *Inventário de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas no Brasil: Emissão de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 32p.

_____ EMBRAPA MILHO E SORGO. *Sistema de Produção do Sorgo*. <http://www.cnpt.embrapa.br>. Acesso em: 7 jul. 2009.

_____ EMBRAPA SOJA. *Sistema de Produção do Girassol*. <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso em: 7 jul. 2009.

_____ EMBRAPA TRIGO. *Sistema de Produção do Centeio*. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br>. Acesso em: 2009.

_____EMBRAPA TRIGO. *Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2009-2010*. E. Minella (org). Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2009b. 100 p.

HIGUCHI, N., 2004. Above and belowground biomass allometry in the Brazilian Amazon. *In*: *Regional Amazon Forest Structure and Carbon Cycling Workshop*. New Orleans.

HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H., 2000. *Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon*. *Nature*, 403: p. 301-304.

IABr - Instituto Aço Brasil. *Relatório de Sustentabilidade*. Rio de Janeiro, 2009

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, 1993. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

parte2-cap4-5.indd 264 10/23/10 1:40 AM

_____, 1994. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1995. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1996. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1997. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1998. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1999. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2000. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2001. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2002. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2003. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2004. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 2005. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.

_____, 1997. *Brasil em Números*. Rio de Janeiro.

_____, 1996. *Censo Nacional*. Rio de Janeiro.

_____, 2005. *Pesquisa Industrial Anual - PIA*. Indústrias Extrativas e de Transformação/Pesquisa Industrial Anual. Banco de Dados. Disponível em: <htpp://www.ibge.gov.br/servidor_arquivo_est/>. Acesso em: 14 set. 2010.

_____, 1990. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.

_____, 1991. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.

_____, 1992. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.

_____, 1993. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.

_____, 1994. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.

_____, 1997. *Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio - PNAD*, 1993. Rio de Janeiro.

_____, 1992. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB* – 1989. Rio de Janeiro.

_____, 2000. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB*. Rio de Janeiro.

IPCC/OECD/IEA - Intergovernmental Panel On Climate Change, Organisation For Economic Co-Operation and Development & International Energy Agency, 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bracknell.

_____, 2000. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.

_____, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.

_____, 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B.J.R. *Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil Nutrient Cycling in Agroecosystems*. (On line first) DOI 10.1007/s10705-008-9178-y.

PHILLIPS, O. l, MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., NUÑEZ, P.V, VASQUEZ, R. M., LAURANCE, S. G, FERREIRA, L. V., STERN, M., BROWN, S., GRACE, J., 1998. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-term Plots. *Science*. Estados Unidos. v. 282, n. 5388, p. 439–442.

PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica. *In*: BRASIL, 2010h - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas - Emissões de CO_2 pelo Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas*". Brasília: MCT. 105p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0213/213346.pdf>. Acesso em: 09 abril. 2010.

PRODES – Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira e PPCerrado. *Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado*. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>.

parte2-cap4-5.indd 265 10/23/10 1:40 AM

PROJETO RADAMBRASIL, 1973-1983. *Levantamento de recursos naturais*. v. 1 a 31.

ROCHETTE, P.; JANZEN, H., 2005. *Towards a revised coefficient for estimating N2O emissions from legumes*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v. 73, p. 171–179.

SHINE, K. P., 2009. Alternative Metrics. *In*: *IPCC Expert Meeting of the Science of Alternative Metrics*. Report of the Meeting. Oslo, 18-20 March. Norway.

SHINE, K. P.; FUGLESTVEDT, J. S.; HAILEMARIAM, K.; STUBER, N. 2005. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climatic Change*, 68: 281–302

SILVA, R. P., 2007. *Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus - AM*. Manaus.152 p.

SINDIPAN - Sindicato da Indústria de Panificação e Confeitaria de São Paulo. *Panorama Setorial*. Disponível em: <http://www.sindipan.org.br/asp/consumoDePao.asp>. Acesso em 14/09/2010.

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento, 2009. *In*: BRASIL, 2010a - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Minerais (Parte I)"*. Brasília: MCT. 37p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209486.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2010.

UNICA - União da Indústria da Cana de Açúcar. *Produção de açúcar do Brasil*. Disponível em <http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoacucar.xls>. Acesso em: 30 abr. 2010.

_____. *Produção de etanol do Brasil*. Disponível em <http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoetanol.xls>. Acesso em: 30 abr. 2009.

UVIBRA -União Brasileira de Vitivinicultura. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos.htm>. Acesso em: 14 set. 2010.

WSA - WORLD STEEL ASSOCIATION. *Sustainability Report: Of the World Steel Industry*. Bélgica, 2008.

ZHANG, H. *et al*, 2010. *A Study of the Radiative Forcing and Global Warming Potential of Hydrofluorcarbons*. JQSRT. Norway.

ZHANG, H.; WU, J.; SHEN, Z.P. *A Study of the Radiative Forcing and Global Warming Potential of PFCs and* SF_6. (no prelo).

parte2-cap4-5.indd 266 10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 267 10/23/10 1:40 AM

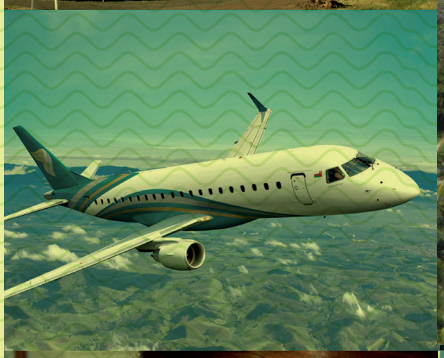


parte2-cap4-5.indd 268 10/23/10 1:40 AM








Foto: Passarinho/Pref. Olinda










Anexo

Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Gás e Setor, de 1990 a 2005

parte2-cap4-5.indd 269 10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 270

Estimativas de emissões de gases de efeito estufa por Gás e Setor, de 1990 a 2005

CO_2

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	179.948	185.488	189.323	197.258	206.250	221.986	241.058	257.029	263.345	280.302	289.958	299.635	296.482	292.757	309.516	313.695
Queima de Combustíveis Fósseis	172.371	178.101	181.854	189.654	198.222	214.438	233.194	248.379	253.888	270.006	279.088	287.908	285.234	281.605	298.890	299.941
Subsetor Energético	22.668	22.355	24.466	24.592	25.443	26.663	29.404	33.069	30.925	41.088	43.595	48.761	44.164	43.406	50.257	48.601
Subsetor Industrial	36.835	38.363	38.786	41.409	42.217	46.638	54.557	57.657	59.681	65.305	71.115	70.837	71.468	70.838	73.100	75.620
Indústria Siderúrgica	3.862	4.008	4.066	5.521	5.401	5.860	8.111	8.768	9.909	11.193	13.089	13.675	13.701	15.135	16.623	16.467
Indústria Química	8.681	8.863	9.173	8.677	9.230	10.173	11.626	13.590	12.572	14.137	14.649	14.645	14.939	14.318	15.162	15.446
Outras Indústrias	24.292	25.492	25.547	27.211	27.586	30.605	34.819	35.299	37.199	39.975	43.377	42.517	42.828	41.385	41.314	43.707
Subsetor Transporte	79.914	83.850	84.187	87.393	91.820	101.003	108.487	115.095	120.944	119.200	120.130	122.781	125.385	124.938	132.716	133.431
Transporte Aéreo	3.503	3.947	3.214	3.510	3.763	3.940	3.679	4.379	4.809	5.037	5.278	5.591	5.737	5.026	5.297	5.374
Transporte Rodoviário	71.339	74.987	75.854	78.271	83.236	92.210	99.177	106.538	111.669	109.623	110.684	112.546	114.973	115.195	122.236	122.765
Outros Meios de Transporte	5.072	4.916	5.119	5.612	4.821	4.853	5.631	4.178	4.466	4.540	4.169	4.644	4.675	4.718	5.183	5.291
Subsetor Residencial	13.818	14.196	14.692	15.235	15.220	15.928	16.588	16.611	16.667	16.996	17.044	17.089	16.527	15.421	15.751	15.484
Subsetor Agricultura	10.052	10.436	10.737	11.862	12.527	13.430	14.021	14.569	13.905	14.491	14.051	15.423	15.056	15.132	14.918	14.809
Outros Setores	9.083	8.900	8.986	9.163	10.995	10.776	10.137	11.379	11.766	12.925	13.154	13.017	12.634	11.871	12.148	11.996
Emissões Fugitivas	7.578	7.388	7.469	7.604	8.028	7.549	7.864	8.651	9.457	10.296	10.870	11.727	11.248	11.152	10.625	13.754
Mineração de Carvão	1.353	1.316	1.200	1.247	1.348	920	654	902	1.004	1.150	1.291	1.656	867	945	1.044	957
Extração e Transporte de Petróleo e Gás Natural	6.225	6.072	6.269	6.356	6.680	6.628	7.210	7.749	8.453	9.146	9.579	10.071	10.381	10.206	9.582	12.797
Processos Industriais	45.265	48.504	47.577	48.266	48.703	52.806	53.993	57.874	59.846	57.820	63.220	60.368	64.172	64.771	65.952	65.474
Produção de Cimento	11.062	11.776	9.770	10.164	10.086	11.528	13.884	15.267	16.175	16.439	16.047	15.227	14.390	13.096	13.273	14.349
Produção de Cal	3.688	3.755	3.948	4.241	4.098	4.104	4.248	4.338	4.141	4.325	5.008	4.811	4.956	5.064	5.505	5.356
Produção de Amônia	1.683	1.478	1.516	1.684	1.689	1.785	1.754	1.829	1.718	1.943	1.663	1.396	1.567	1.690	1.934	1.922
Produção de Ferro-gusa e Aço	24.756	26.974	27.896	27.816	28.428	30.686	29.414	31.366	32.767	30.084	35.437	34.283	38.216	39.562	39.545	38.283
Produção de Alumínio	1.574	1.901	2.011	1.946	1.955	1.965	1.981	1.975	2.007	2.079	2.116	1.879	2.176	2.198	2.408	2.472
Outras Indústrias	2.502	2.621	2.435	2.415	2.446	2.739	2.712	3.100	3.038	2.950	2.950	2.773	2.868	3.162	3.287	3.093
Mudança do Uso da Terra e Florestas	766.493	625.947	771.076	830.569	830.910	1.841.615	1.252.979	986.444	1.211.080	1.203.999	1.258.345	1.254.278	1.422.502	1.616.007	1.729.494	1.258.626
Mudança no Uso da Terra	761.390	621.228	764.297	821.919	821.919	1.836.220	1.246.108	978.938	1.203.980	1.197.265	1.249.627	1.246.324	1.412.696	1.604.364	1.717.913	1.251.152
Bioma Amazônia	460.525	320.364	463.432	521.054	521.054	1.400.699	810.586	543.417	768.459	761.744	814.106	810.803	977.175	1.196.179	1.309.729	842.967
Bioma Cerrado	233.001	233.001	233.001	233.001	233.001	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	275.378	275.378	275.378
Outros Biomas	67.863	67.863	67.863	67.863	67.863	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806
Aplicação de Calcário nos solos	5.103	4.719	6.780	8.650	8.991	5.395	6.871	7.506	7.100	6.734	8.717	7.954	9.806	11.644	11.581	7.474
Tratamento de resíduos	24	38	70	59	63	79	63	63	70	84	92	76	80	111	111	110
TOTAL	991.731	859.978	1.008.046	1.076.151	1.085.925	2.116.486	1.548.093	1.301.411	1.534.341	1.542.206	1.611.615	1.614.357	1.783.237	1.973.647	2.105.072	1.637.905
Apenas para informação																
Bunker fuels	5.231	3.913	4.365	4.405	4.339	5.455	6.539	7.038	13.529	14.962	14.627	16.651	16.794	14.972	15.298	15.759
Transporte aéreo	5.231	3.913	4.365	4.405	4.339	5.455	6.539	7.038	7.872	6.551	5.708	6.600	5.471	5.018	5.344	5.805
Transporte marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	5.657	8.411	8.919	10.051	11.323	9.954	9.954	9.954
Emissões de CO_2 da biomassa	187.962	185.012	181.912	180.851	190.896	183.878	183.035	188.329	186.746	191.865	180.471	185.741	201.339	219.347	235.655	243.606

10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 271

CH_4

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	427	405	379	382	382	363	336	345	341	362	388	403	412	416	473	541
Queima de Combustíveis	336	310	293	292	296	277	260	257	245	258	267	261	278	311	344	344
Subsetor Energético	169	151	139	145	148	136	123	120	109	116	125	117	123	144	166	165
Subsetor Industrial	58	52	50	53	55	53	51	50	49	53	54	53	56	64	73	72
Indústria Siderúrgica	40	35	33	36	37	33	31	31	28	32	35	31	33	39	46	46
Outras Indústrias	18	17	17	17	19	19	19	19	21	21	19	21	23	25	26	27
Subsetor Transporte	11	11	11	11	12	13	13	13	13	12	11	11	11	10	11	10
Subsetor Residencial	76	75	75	66	64	58	56	57	58	60	62	64	72	75	76	77
Outros Setores	22	21	18	17	17	17	17	17	16	16	15	15	16	18	19	19
Emissões Fugitivas	91	95	86	90	87	87	77	88	96	105	122	142	134	105	129	197
Mineração de Carvão	50	54	44	47	42	41	26	33	33	34	43	60	44	41	48	49
Extração e Transporte de Petróleo e Gás Natural	42	41	42	43	44	46	51	55	63	71	78	82	90	64	81	148
Processos Industriais (Indústria Química)	5	5	5	6	7	6	6	7	8	8	9	8	8	9	9	9
Agropecuária	9.539	9.829	10.004	10.043	10.237	10.447	10.131	10.253	10.345	10.484	10.772	11.159	11.503	12.066	12.605	12.768
Fermentação Entérica	8.419	8.671	8.802	8.834	8.995	9.175	8.980	9.133	9.222	9.297	9.599	9.966	10.297	10.832	11.322	11.487
Gado Bovino	8.004	8.250	8.380	8.427	8.579	8.752	8.654	8.806	8.893	8.961	9.256	9.620	9.956	10.486	10.971	11.129
Gado de Leite	1.198	1.245	1.279	1.258	1.263	1.297	1.081	1.124	1.137	1.143	1.178	1.207	1.237	1.269	1.321	1.371
Gado de Corte	6.807	7.005	7.101	7.169	7.316	7.455	7.573	7.682	7.756	7.818	8.078	8.414	8.719	9.217	9.651	9.757
Outros Animais	415	421	422	407	416	423	325	326	329	335	344	345	341	347	351	358
Manejo de Dejetos de Animais	635	653	663	659	675	695	628	641	647	660	678	701	693	713	718	723
Gado Bovino	191	198	200	201	205	209	200	205	207	209	216	224	224	236	248	254
Gado de Leite	36	37	38	38	38	39	31	33	33	33	34	35	36	36	39	40
Gado de Corte	155	160	162	163	167	170	169	172	174	176	182	190	188	199	210	214
Suínos	373	379	382	376	387	397	343	348	350	358	365	375	369	374	363	358
Aves	48	53	58	59	61	66	66	70	71	75	78	82	81	84	87	92
Outros Animais	22	23	23	22	23	23	18	19	19	19	19	19	19	19	19	20
Cultura de Arroz	363	385	416	440	436	442	391	368	361	417	393	384	398	393	434	426
Queima de Resíduos Agrícolas	121	120	123	110	131	135	133	112	115	110	101	108	115	127	132	133
Mudança do Uso da Terra e Florestas	1.996	1.811	2.119	2.229	2.238	4.157	2.928	2.402	2.910	2.905	3.026	3.024	3.383	3.807	4.058	3.045
Tratamento de Resíduos	1.227	1.266	1.297	1.333	1.369	1.455	1.486	1.525	1.567	1.606	1.658	1.688	1.708	1.734	1.729	1.743
Lixo	792	820	846	871	897	921	946	974	1.000	1.028	1.060	1.084	1.110	1.127	1.101	1.104
Esgoto	436	446	451	461	472	534	540	551	567	578	598	604	598	608	628	639
Industrial	95	97	95	99	103	159	158	163	172	177	190	191	180	184	199	206
Doméstico	341	350	356	363	369	376	382	388	395	401	408	413	418	423	428	433
TOTAL	13.195	13.317	13.803	13.992	14.233	16.429	14.889	14.532	15.170	15.365	15.852	16.283	17.015	18.032	18.874	18.107
Apenas para informação																
Bunker fuels	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,39	0,56	0,60	0,67	0,75	0,66	0,66	0,66
Transporte aéreo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,55	0,59	0,66	0,75	0,66	0,66	0,66

10/23/10 1:40 AM

N_2O

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	8,5	8,6	8,5	8,5	9,0	9,1	9,3	9,7	9,9	10,1	9,6	10,0	10,5	11,1	11,7	12,1
Queima de Combustíveis	8,4	8,6	8,4	8,4	9,0	9,0	9,2	9,7	9,8	9,9	9,5	9,8	10,4	11,0	11,6	11,9
Subsetor Industrial	3,6	3,5	3,5	3,7	4,0	3,9	3,9	4,0	4,2	4,5	4,3	4,5	4,7	5,0	5,4	5,5
Subsetor Transportes	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,2	2,3	2,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9
Outros Setores	3,1	3,3	3,2	3,0	3,0	2,9	3,0	3,2	3,0	2,9	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5
Emissões Fugitivas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Processos Industriais (Indústria Química)	10,7	13,5	12,5	16,1	16,3	17,4	13,6	12,1	19,1	19,0	19,9	16,2	20,3	18,6	26,0	22,8
Produção de Ácido Nítrico	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2
Produção de Ácido Adípico	8,6	11,3	10,4	13,8	14,0	15,1	11,2	9,7	16,8	16,6	17,5	13,9	17,8	16,2	23,5	20,3
Outras Produções	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Agropecuária	333,7	343,1	352,5	356,3	369,0	375,4	352,7	363,0	371,4	374,7	392,5	405,7	423,6	456,5	466,1	476,2
Manejo de Dejetos de Animais	10,0	10,6	10,9	10,9	11,2	11,5	10,6	10,9	10,9	11,2	11,5	11,9	11,8	12,2	11,3	12,8
Gado Bovino	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	2,1	3,3
Suínos	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2
Aves	4,4	4,8	5,1	5,2	5,4	5,6	5,6	5,8	5,7	6,0	6,2	6,5	6,4	6,7	6,8	7,1
Outros Animais	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Solos Agrícolas	317,7	326,5	335,4	340,0	351,4	357,3	335,5	346,5	354,8	358,1	376,0	388,5	406,2	438,1	448,3	456,8
Emissões Diretas	212,8	218,6	224,9	227,4	235,0	239,4	224,5	232,0	237,1	240,0	251,2	260,6	272,0	293,4	301,0	305,7
Animais em Pastagem	165,7	171,0	173,5	173,4	176,2	179,7	167,6	171,5	173,4	175,2	180,8	186,8	195,1	204,9	213,7	217,1
Fertilizantes Sintéticos	11,0	11,1	12,2	14,4	16,6	16,0	16,9	18,4	20,6	19,7	23,6	23,2	25,7	31,4	31,7	31,1
Dejetos de Animais	13,2	13,7	14,0	14,0	14,3	14,6	13,0	13,3	13,4	13,7	14,0	14,5	14,5	14,9	13,4	15,6
Resíduos Agrícolas	15,3	15,0	16,9	17,1	19,0	19,8	17,2	18,8	19,3	20,7	21,6	24,7	24,9	30,1	29,7	29,1
Solos Orgânicos	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0	10,4	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8
Emissões Indiretas	104,8	107,9	110,6	112,5	116,4	117,8	111,0	114,6	117,7	118,1	124,8	127,8	134,1	144,6	147,4	151,1
Queima de Resíduos Agrícolas	6,1	6,0	6,1	5,4	6,5	6,7	6,5	5,5	5,7	5,4	5,0	5,3	5,7	6,3	6,5	6,6
Mudança no Uso da Terra e Florestas	13,7	12,5	14,6	15,3	15,4	28,6	20,1	16,5	20,0	20,0	20,8	20,8	23,3	26,2	27,9	20,9
Tratamento de Resíduos	9,0	9,2	9,7	10,2	10,8	10,9	11,1	11,4	11,8	12,1	12,4	12,5	13,1	13,6	13,8	14,0
TOTAL	**375,6**	**386,8**	**397,8**	**406,5**	**420,6**	**441,5**	**406,8**	**412,8**	**432,1**	**435,8**	**455,2**	**465,2**	**490,8**	**526,0**	**545,5**	**546,0**
Apenas para informação																
Bunker fuels	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15	0,18	0,20	0,27	0,25	0,23	0,27	0,24	0,22	0,23	0,24
Transporte aéreo	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,18	0,16	0,19	0,15	0,14	0,15	0,16
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08

parte2-cap4-5.indd 272 10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 273

HFC-23

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Produção de HCFC-22	0,120	0,138	0,164	0,172	0,157	0,153	0,089	0,095	0,013	0,097	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**0,120**	**0,138**	**0,164**	**0,172**	**0,157**	**0,153**	**0,089**	**0,095**	**0,013**	**0,097**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

HFC-125

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Emissões potenciais pelo uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,039	0,051	0,055	0,121	0,125
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,007**	**0,039**	**0,051**	**0,055**	**0,121**	**0,125**

HFC-134a

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Emissões reais pelo uso	0,0004	0,001	0,004	0,008	0,068	0,273	0,830	0,251	0,798	1,191	0,471	1,257	1,244	1,545	1,141	2,282
TOTAL	**0,0004**	**0,001**	**0,004**	**0,008**	**0,068**	**0,273**	**0,830**	**0,251**	**0,798**	**1,191**	**0,471**	**1,257**	**1,244**	**1,545**	**1,141**	**2,282**

HFC-143a

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Emissões potenciais pelo uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,027	0,040	0,050	0,104	0,093
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,007**	**0,027**	**0,040**	**0,050**	**0,104**	**0,093**

HFC-152a

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Emissões potenciais pelo uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0001	0,030	0,008	0,024	0,054	0,175
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0001**	**0,030**	**0,008**	**0,024**	**0,054**	**0,175**

CF_4

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Produção de alumínio	0,302	0,337	0,356	0,335	0,323	0,306	0,298	0,203	0,228	0,201	0,147	0,115	0,135	0,136	0,124	0,124
TOTAL	**0,302**	**0,337**	**0,356**	**0,335**	**0,323**	**0,306**	**0,298**	**0,203**	**0,228**	**0,201**	**0,147**	**0,115**	**0,135**	**0,136**	**0,124**	**0,124**

C_2F_6

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Produção de alumínio	0,026	0,029	0,031	0,029	0,028	0,026	0,026	0,016	0,017	0,015	0,012	0,009	0,012	0,011	0,010	0,010
TOTAL	**0,026**	**0,029**	**0,031**	**0,029**	**0,028**	**0,026**	**0,026**	**0,016**	**0,017**	**0,015**	**0,012**	**0,009**	**0,012**	**0,011**	**0,010**	**0,010**

10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 274

SF_6

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Equipamentos elétricos	0,0042	0,0040	0,0040	0,0040	0,0041	0,0041	0,0041	0,0042	0,0047	0,0049	0,0050	0,0051	0,0053	0,0056	0,0060	0,0061
Produção de magnésio	0,0058	0,0058	0,0070	0,0101	0,0099	0,0101	0,0097	0,0127	0,0101	0,0098	0,0103	0,0095	0,0122	0,0147	0,0170	0,0191
TOTAL	**0,0099**	**0,0098**	**0,0110**	**0,0141**	**0,0140**	**0,0142**	**0,0139**	**0,0169**	**0,0148**	**0,0147**	**0,0153**	**0,0146**	**0,0175**	**0,0204**	**0,0230**	**0,0252**

CO

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	14.919	14.674	14.621	14.214	14.438	14.320	14.318	13.961	13.196	12.419	11.415	10.873	10.969	11.185	11.453	11.282
Subsetor Energético	1.583	1.510	1.410	1.436	1.492	1.396	1.334	1.382	1.241	1.254	1.232	1.203	1.273	1.474	1.636	1.670
Subsetor Industrial	1.573	1.458	1.455	1.520	1.645	1.598	1.568	1.599	1.622	1.752	1.677	1.746	1.867	2.073	2.297	2.307
Siderurgia	842	757	704	778	789	727	683	678	621	692	756	688	725	842	990	972
Alimentos, Bebidas e Fumo	366	367	447	446	550	564	579	635	722	778	627	773	867	930	994	1.014
Outras Indústrias	366	333	304	297	306	307	305	285	279	281	293	284	276	301	313	321
Subsetor Transportes	7.886	7.878	7.979	7.931	8.069	8.380	8.531	8.067	7.370	6.371	5.402	4.699	4.240	3.885	3.702	3.407
Transporte Rodoviário	7.783	7.778	7.882	7.824	7.967	8.279	8.419	7.969	7.264	6.267	5.303	4.596	4.139	3.786	3.595	3.302
Outros Transportes	103	99	97	107	102	101	112	98	105	104	100	104	101	98	106	105
Subsetor Residencial	3.522	3.501	3.493	3.065	2.976	2.687	2.625	2.657	2.716	2.802	2.874	2.996	3.344	3.482	3.531	3.602
Outros Setores	355	328	285	262	257	261	260	257	247	241	229	228	245	272	289	295
Processos Industriais	365	469	502	501	510	510	511	506	514	533	542	487	571	575	612	626
Produção de Alumínio	345	446	476	474	480	480	480	474	480	496	504	449	529	528	562	572
Outras Produções	20	23	25	26	29	29	31	32	33	36	37	37	40	46	49	53
Agropecuária (Queima de Resíduos)	2.543	2.517	2.592	2.307	2.741	2.838	2.784	2.358	2.423	2.301	2.131	2.275	2.419	2.672	2.763	2.791
Algodão	88	79	55	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	2.455	2.438	2.537	2.285	2.730	2.838	2.784	2.358	2.423	2.301	2.131	2.275	2.419	2.672	2.763	2.791
Mudança no Uso da Terra e Florestas	17.468	15.850	18.538	19.500	19.584	36.370	25.622	21.016	25.464	25.415	26.476	26.463	29.603	33.310	35.507	26.641
TOTAL	35.296	33.510	36.253	36.522	37.273	54.039	43.234	37.841	41.597	40.668	40.563	40.098	43.562	47.742	50.335	41.339
Apenas para informação																
Bunker fuels	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,73	110,72	117,56	132,37	149,03	131,02	131,02	131,84
Transporte aéreo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,73	110,72	117,56	132,37	149,03	131,02	131,02	131,02

10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 275

NO_x

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	1.781	1.845	1.881	1.936	1.996	2.094	2.198	2.265	2.268	2.337	2.334	2.342	2.327	2.284	2.407	2.388
Subsetor Energético	222	232	256	258	259	269	289	329	308	399	406	433	391	417	465	457
Subsetor Industrial	320	327	330	348	366	385	413	435	442	460	486	481	496	498	515	542
Siderurgia	98	99	100	109	116	121	127	130	126	123	133	126	128	135	139	149
Outras Indústrias	222	227	230	239	250	264	286	305	316	337	354	355	368	363	376	394
Subsetor Transportes	1.173	1.221	1.231	1.270	1.311	1.382	1.440	1.445	1.460	1.420	1.381	1.366	1.374	1.304	1.360	1.322
Transporte Rodoviário	1.066	1.115	1.123	1.152	1.206	1.276	1.319	1.349	1.358	1.314	1.283	1.258	1.264	1.197	1.244	1.203
Outros Transportes	108	106	108	118	105	106	121	95	103	105	98	108	109	106	116	119
Subsetor Residencial	53	53	53	49	48	45	44	45	45	47	48	49	53	54	54	55
Outros Setores	12	11	11	11	13	13	12	12	12	13	12	12	13	11	12	12
Processos Industriais	8	9	10	10	11	11	12	12	12	13	14	13	15	16	17	18
Agropecuária (Queima de Resíduos)	219	216	222	197	233	241	236	200	206	195	181	193	205	227	235	237
Algodão	10	9	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	208	207	215	194	232	241	236	200	206	195	181	193	205	227	235	237
Mudança no Uso da Terra e Florestas	496	450	526	554	556	1.033	728	597	723	722	752	752	841	946	1.008	757
TOTAL	2.504	2.521	2.640	2.696	2.797	3.379	3.173	3.074	3.209	3.268	3.280	3.300	3.388	3.473	3.667	3.399
Apenas para informação																
Bunker fuels	22,53	16,85	18,80	18,97	18,69	23,50	28,17	30,32	146,01	194,30	200,93	226,99	247,11	218,14	219,55	221,38
Transporte aéreo	22,53	16,85	18,80	18,97	18,69	23,50	28,17	30,32	33,91	28,22	24,59	28,43	23,57	21,61	23,02	24,85
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112,10	166,08	176,35	198,56	223,54	196,53	196,53	196,53

10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 276

NMVOC

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energia	1.022	999	962	958	974	962	953	934	897	885	860	826	855	899	963	958
Subsetor Energético	337	299	276	289	293	271	243	237	215	231	248	233	244	286	329	327
Subsetor Industrial	51	49	49	51	55	54	53	54	56	59	57	59	63	68	74	75
Siderurgia	24	22	21	23	23	22	21	21	19	21	22	21	22	24	28	27
Alimentos, Bebidas e Fumo	14	14	16	16	19	19	20	22	24	26	22	26	28	30	32	33
Outras Indústrias	14	13	12	12	13	13	13	12	12	13	13	13	13	14	14	15
Subsetor Transportes	371	391	383	390	403	430	452	437	419	384	342	314	304	288	296	288
Transporte Rodoviário	354	375	367	372	387	414	434	422	403	367	326	297	287	271	278	270
Outros Transportes	16	16	16	18	16	16	18	15	16	16	15	17	17	17	18	18
Subsetor Residencial	204	203	203	178	173	157	153	155	159	164	168	175	196	203	206	210
Outros Setores	59	57	52	51	50	51	51	50	48	47	45	45	48	54	57	58
Processos Industriais	322	331	342	356	382	423	437	441	476	498	474	503	542	574	599	599
Indústria Química	27	25	25	28	31	31	31	34	35	37	43	41	42	45	49	49
Papel e Celulose	13	15	17	17	19	19	20	21	22	24	25	25	27	30	32	35
Produção de Alimentos	112	128	144	148	176	189	202	203	236	254	223	254	290	316	335	331
Produção de Bebidas	170	164	157	164	157	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	184
Uso de Solventes e de Outros Produtos	350	365	379	407	435	450	455	492	450	431	473	490	497	512	565	595
Apilcação de tintas	227	240	254	280	300	311	320	352	314	293	331	344	347	358	408	439
Outros usos	122	125	125	127	135	139	135	140	136	138	142	146	150	154	157	156
TOTAL	1.693	1.695	1.683	1.722	1.791	1.835	1.845	1.867	1.823	1.814	1.807	1.820	1.894	1.985	2.127	2.152
Apenas para informação																
Bunker fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	15	22	24	26	30	26	26	26
Transporte aéreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	15	22	24	26	30	26	26	26

10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 277 10/23/10 1:40 AM

parte2-cap4-5.indd 278 10/23/10 1:40 AM

Agradecimentos

Expressamos nossa mais profunda gratidão, pelos constantes incentivos e apoio em todos os momentos aos trabalhos realizados, ao Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, Dr. Sergio Rezende, e ao Secretário Executivo, Dr. Luiz Antonio Rodrigues Elias. Estendemos nossos agradecimentos ao Dr. Eduardo Campos, que ocupou a pasta de 2004 a 2005, e ao Dr. Luiz Fernandes, que representou a Secretaria Executiva de 2004 a 2007.

Agradecemos também ao Ministério de Minas e Energia - MME, cuja equipe participou em várias etapas na elaboração deste documento dando suporte técnico e financeiro na execução dos trabalhos que possibilitaram esta publicação.

Agradecemos às equipes do GEF, do PNUD e da ABC/MRE por meio dos dirigentes dessas instituições: Sra. Monique Barbut, Dr. Jorge Chediek e Ministro Marco Farani, respectivamente, e, em particular, algumas pessoas muito especiais sem as quais a realização desse trabalho não teria sido possível: Robert Dixon, Diego Massera e Oliver Page, do GEF; Rebeca Grynspan, do PNUD/Latino América e Caribe; Kim Bolduc, Eduardo Gutierrez, Carlos Castro, Rose Diegues, Luciana Brant, do PNUD-Brasil, bem como Márcio Corrêa e Alessandra Ambrosio, da ABC/MRE. Agradecemos, igualmente, à equipe da ASCAP/MCT, na pessoa de sua dirigente, Dra. Ione Egler. Agradecemos, por fim, à equipe da Unidade de Supervisão Técnica e Orientação Jurídica do PNUD-Brasil. A todas essas pessoas, por seu apoio e liderança neste processo, nosso mais sincero agradecimento.

parte2-cap4-5.indd 279 10/23/10 1:40 AM

A realização deste trabalho contou, parcialmente, com o apoio financeiro e administrativo do:
Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD
Projeto BRA/05/G31
EQSW 103/104 Lote 01 Bloco D - Setor Sudoeste
70.670-350 Brasília-DF
Telefone: (61) 3038-9065
Fax: (61) 3038-9010
e-mail: registry@undp.org
http://www.undp.org.br

Programas Plurianuais do Governo Federal (2003-2008 e 2007-2011)
Programa Mudanças Climáticas
Programa de Meteorologia e Mudanças Climáticas

O trabalho contou ainda com o apoio financeiro de:
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Ministério de Minas e Energia - MME

parte2-cap4-5.indd 280 10/23/10 1:40 AM