

MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Contribuição do Grupo de Trabalho 3 ao 1º Relatório da Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

Emilio Lèbre La Rovere (UFRJ)
e Mercedes Bustamante (UnB)
(eds.)

Grupo de Trabalho 3
MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Carlos Afonso Nobre
Presidente do Conselho Diretor

Suzana Kahn Ribeiro
Presidente do Comitê Científico

Andrea Souza Santos
Secretária-Executiva

Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni
Vivien Green Short Baptista
Assessoras Técnicas do Grupo de Trabalho 3

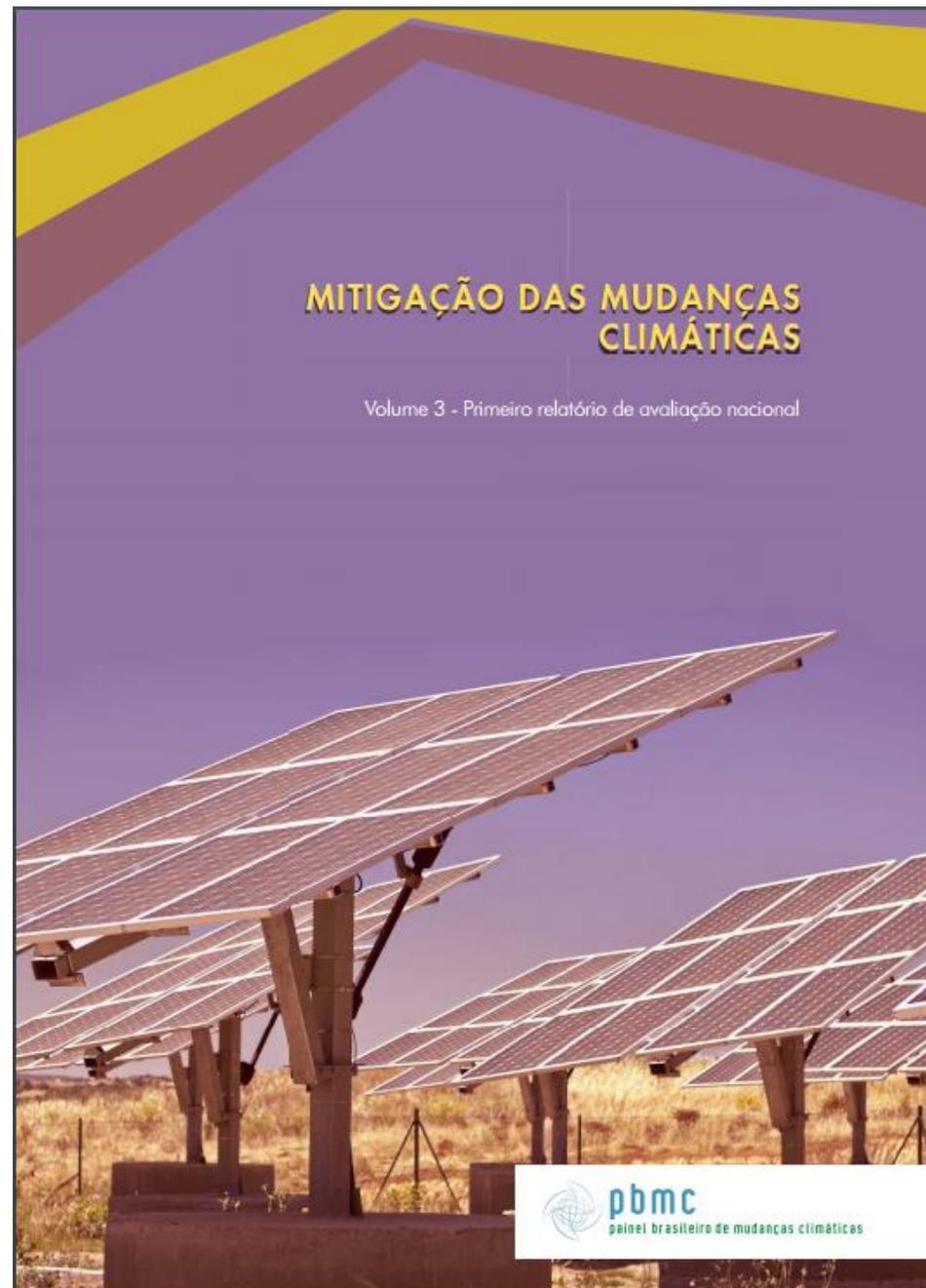
Daniela de Oliveira
Leandra Fatorelli
Unidade de Apoio Técnico do Grupo de Trabalho 3

Traço Design
Projeto gráfico

4 Capítulos

78 Figuras, 55 Tabelas e 8 Quadros

112 Autores



RAN1 PBMC



Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1)

Sumários Executivos



Sumário do GT3 para Formuladores de Políticas

Figuras

Figura Cap. 1 – 1.1

Projeção das emissões brasileiras de GEE até 2050, totais e por fonte: Uso do Solo, Energia, Agropecuária, Processos Industriais e Resíduos.

Fonte: 1990 – 2010 = emissões históricas (MCTI, 2013) 2010 – 2020 = cenário de mitigação com os objetivos de Copenhague (metas voluntárias) (Decreto Federal 7.390, 2010) 2020 – 2030 = Cenário B (cenário central), elaborado pelo CentroClima/COPPE/UFRJ para o Ministério do Meio Ambiente/PNUD (La Rovere et al., 2011)

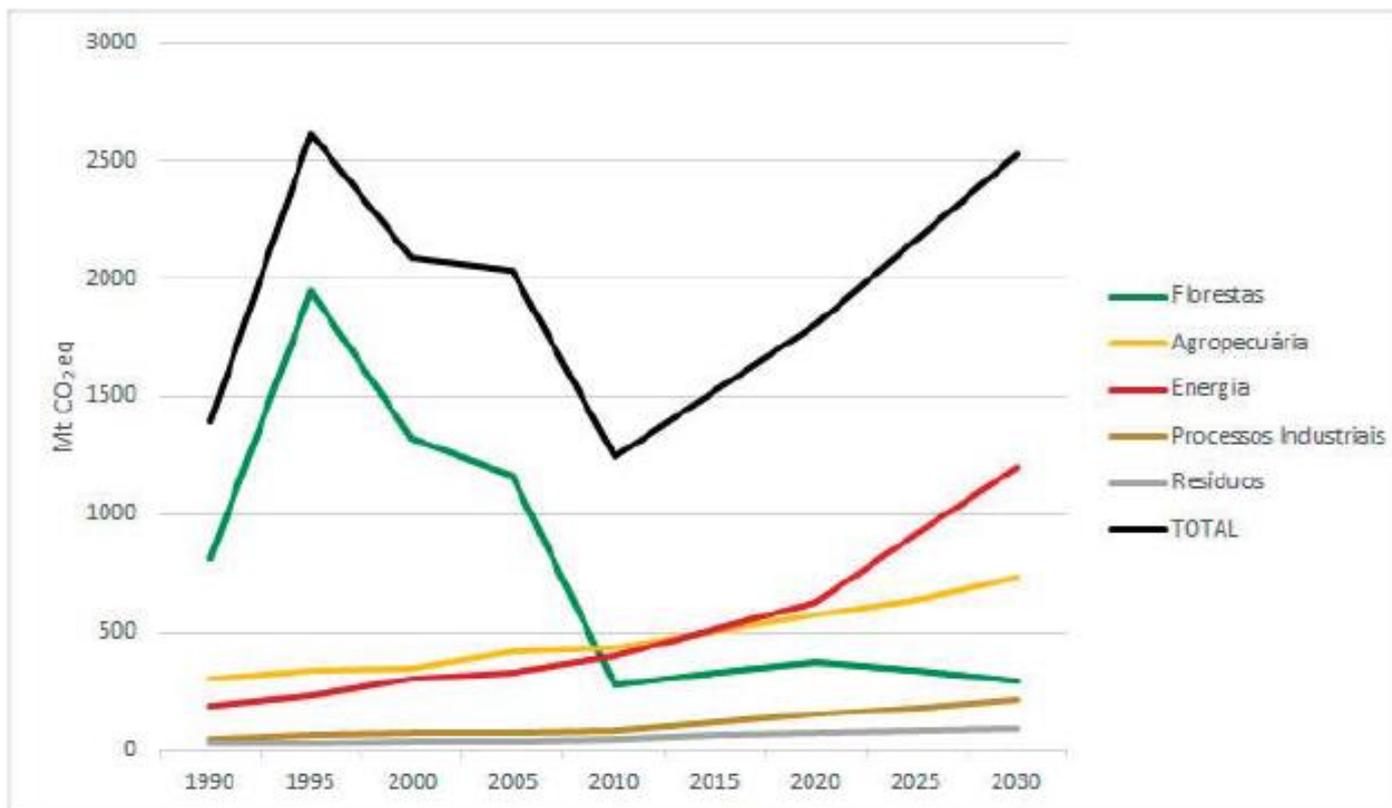


Figura Cap. 2 – 2.1

Incertezas sobre os impactos das mudanças climáticas.

Fonte: Adaptado de Stern, 2007

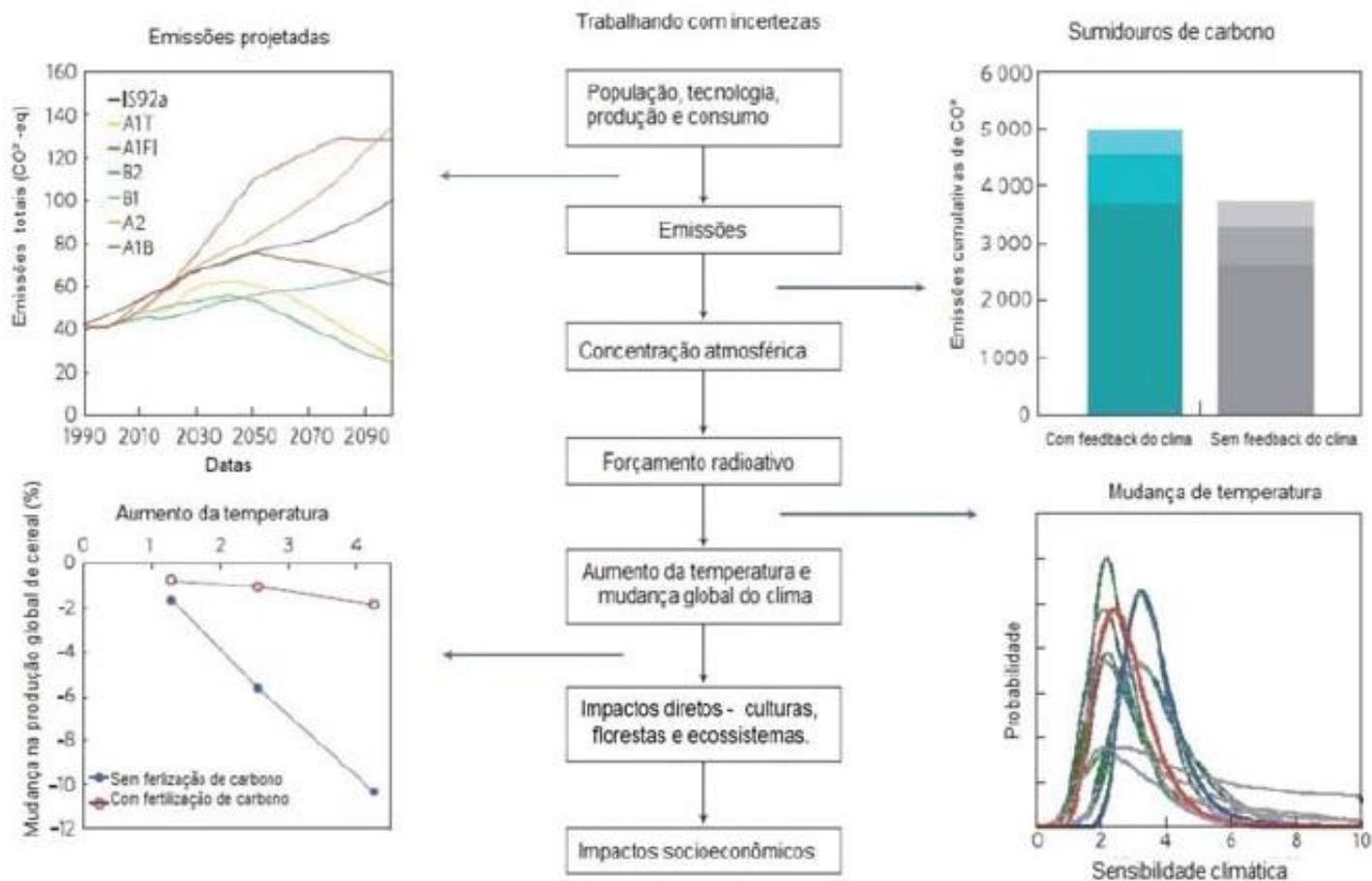


Figura Cap. 2 – 2.2

Concentração histórica e projetada de CO₂ em partes por milhão.

OBS.: Comparação entre cenários: RCPs e alguns dos cenários [IS92a, A2 e B1] utilizados pelo IPCC em relatórios anteriores.

Fonte: Prather, M., 2011

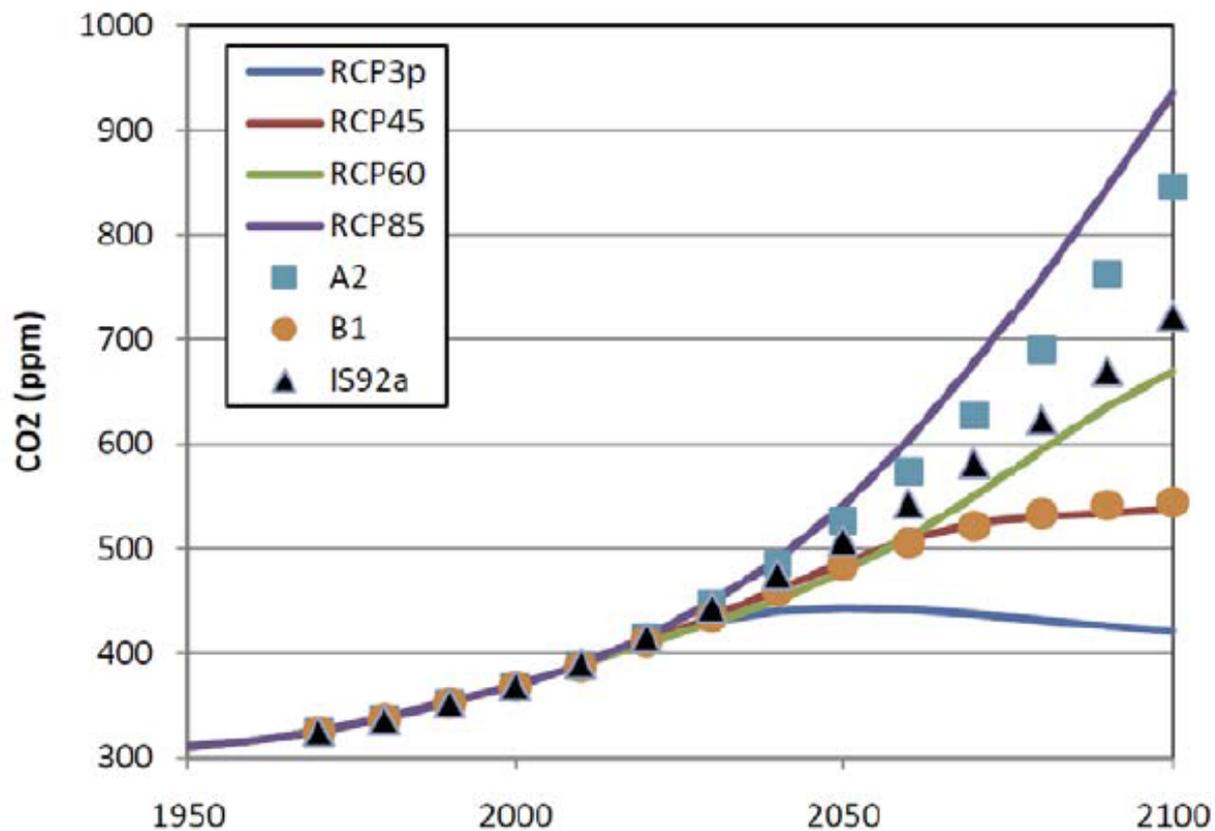
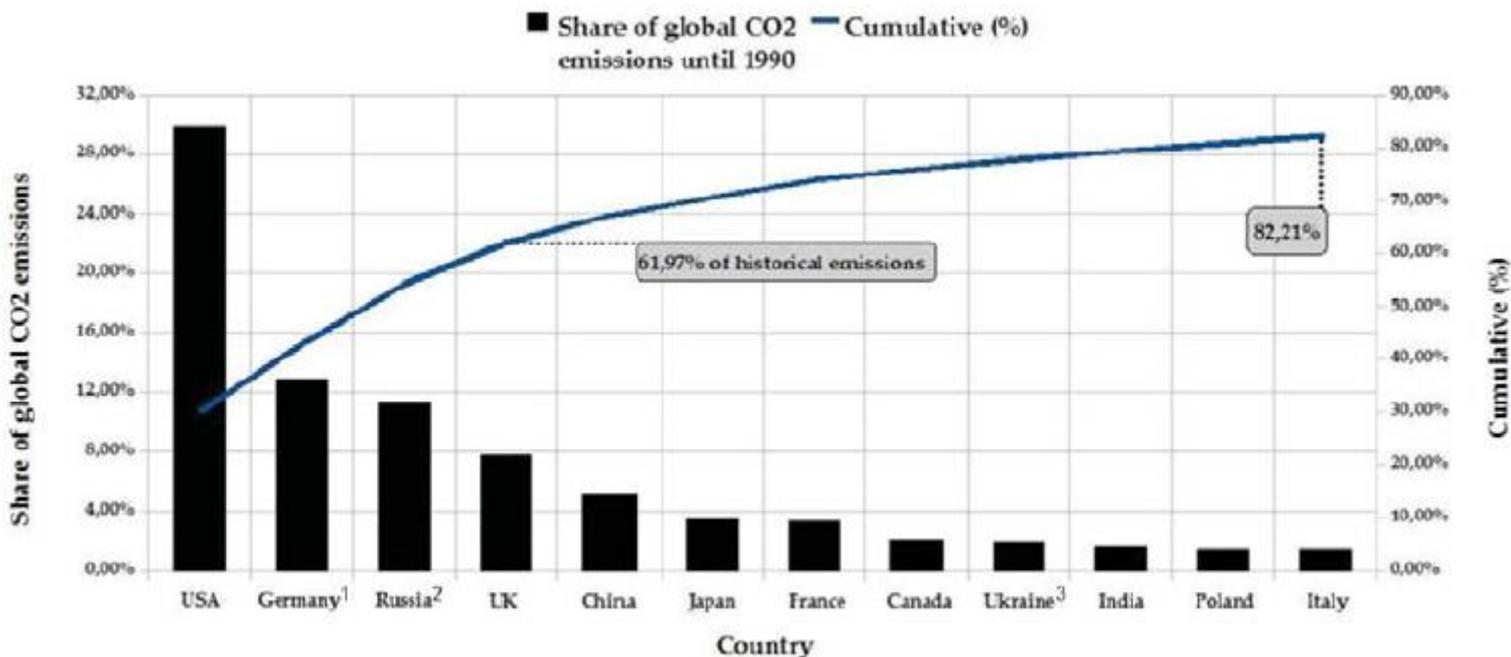


Figura Cap. 2 – 2.3

Volumes estimados de CO₂ lançados à atmosfera até 1990 pelos doze maiores emissores históricos entre todos os países.

OBS.: As datas iniciais se baseiam no período em que o carvão passou a ser utilizado em larga escala: EUA (1800), Alemanha (1792), Rússia (1830), Reino Unido (1750), China (1899), Japão (1868), França (1802), Canadá (1785), Ucrânia (1830), Índia (1858), Polônia (1800) e Itália (1860). Dados do Carbon Information Analysis Center (CDIAC).



Notas: ¹ Inclui a República Democrática Alemã e a República Federal da Alemanha, existentes de 1949 a 1990. ² Inclui 85,74% das emissões pela União Soviética (1922 a 1991), igual à participação dos antigos estados soviéticos – exceto a Ucrânia – nas emissões de 2004 pela Comunidade dos Estados Independentes, em inglês Commonwealth of Independent States (CIS). ³ Inclui 14,26% das emissões da União Soviética – participação da Ucrânia nas emissões de 2004 pela CIS – Commonwealth of Independent States.

Fonte: Veiga e Vale, 2009

Figura Cap. 2 – 2.4

Emissões acumuladas de CO₂, comparação entre os períodos de 1850 a 2000 e 1990 a 2000.

Fonte: Baumert *et al.*, 2005

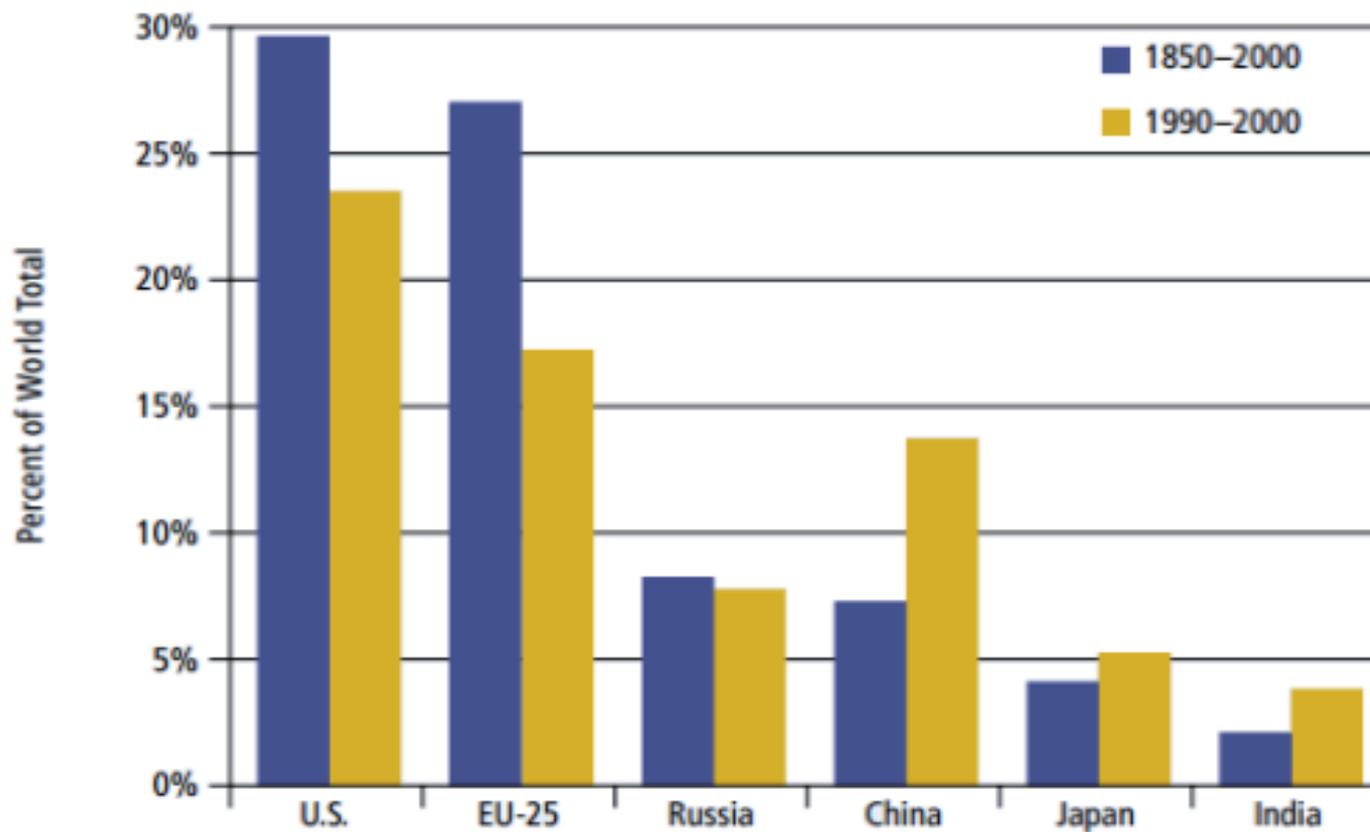


Figura Cap. 2 – 2.5

Emissões acumuladas de CO₂, com e sem mudanças no uso de solo e florestas de 1950 a 2000.

Fonte: Baumert et al., 2005

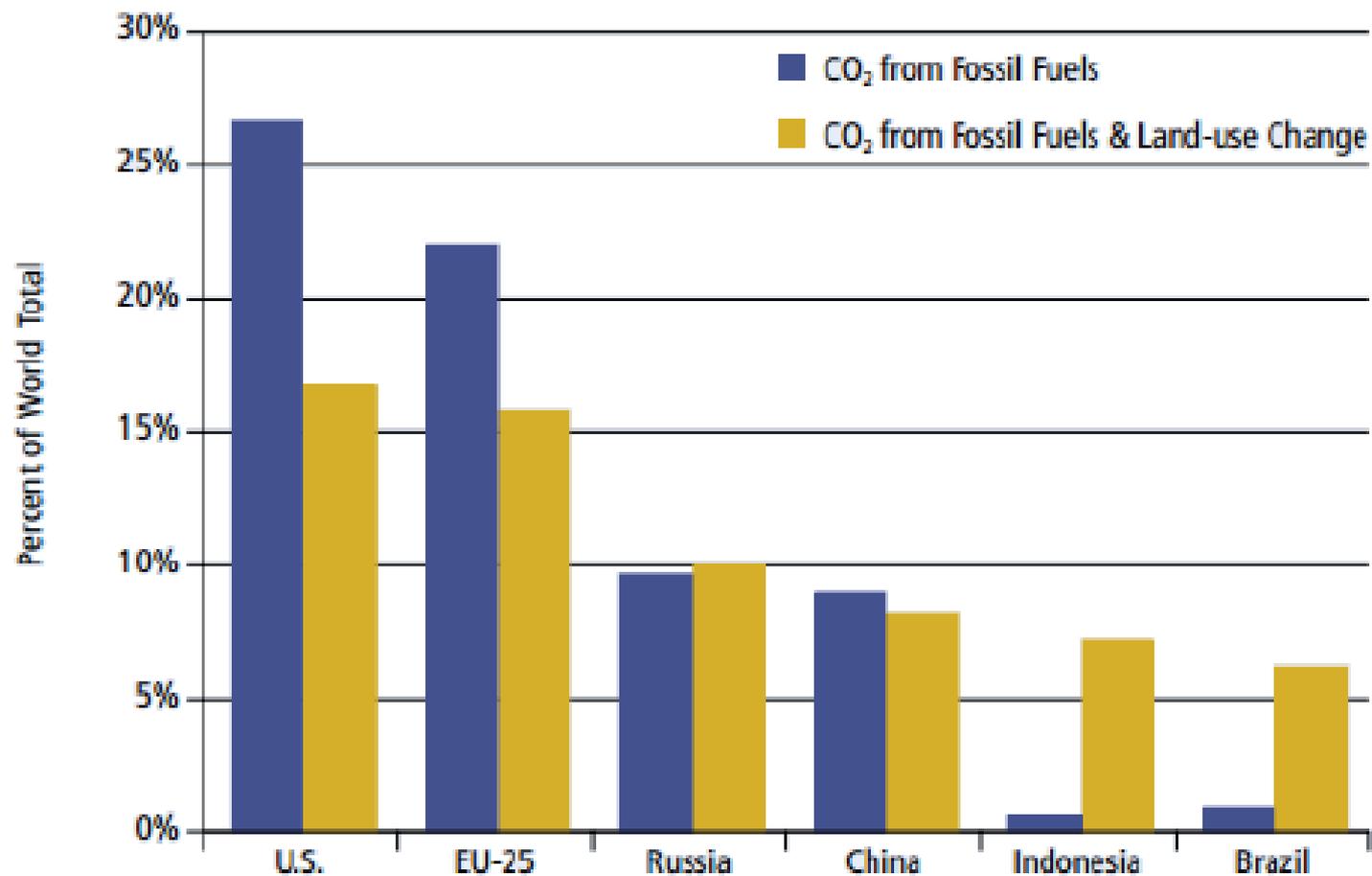


Figura Cap. 2 – 2.6

Oferta de energia primária em IMACCLIM-R e WITCH para o caso-base, nos painéis a, b e c, e o cenário de política padrão com estabilização de concentrações atmosféricas de CO₂ em 450 ppm, nos painéis d e f.

Fonte: Luderer et al., 2011

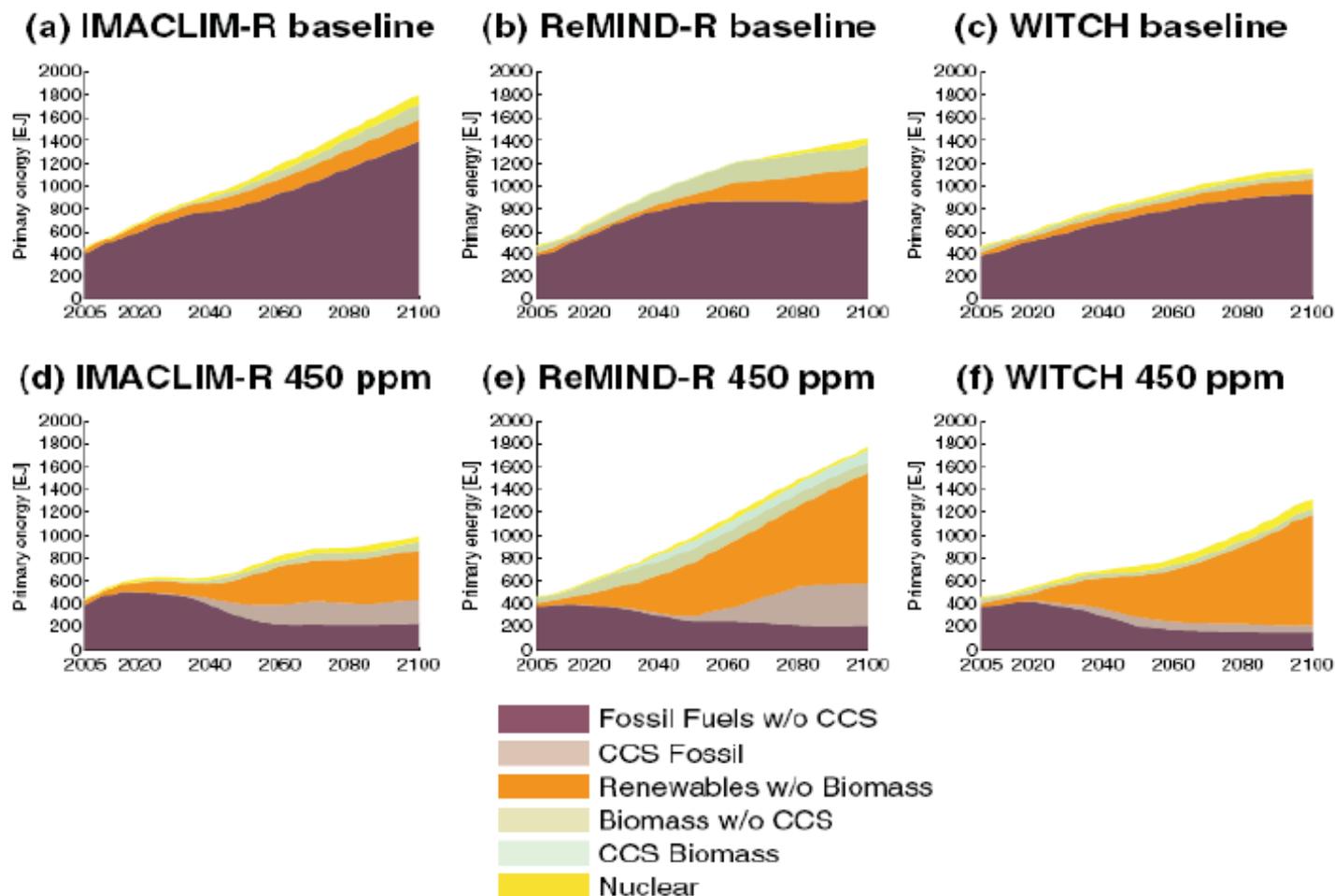


Figura Cap. 3 – 3.1

Redução de emissões a ser obtida com os cenários no setor de energia – em Mt CO₂.

Fonte: La Rovere et al., 2006

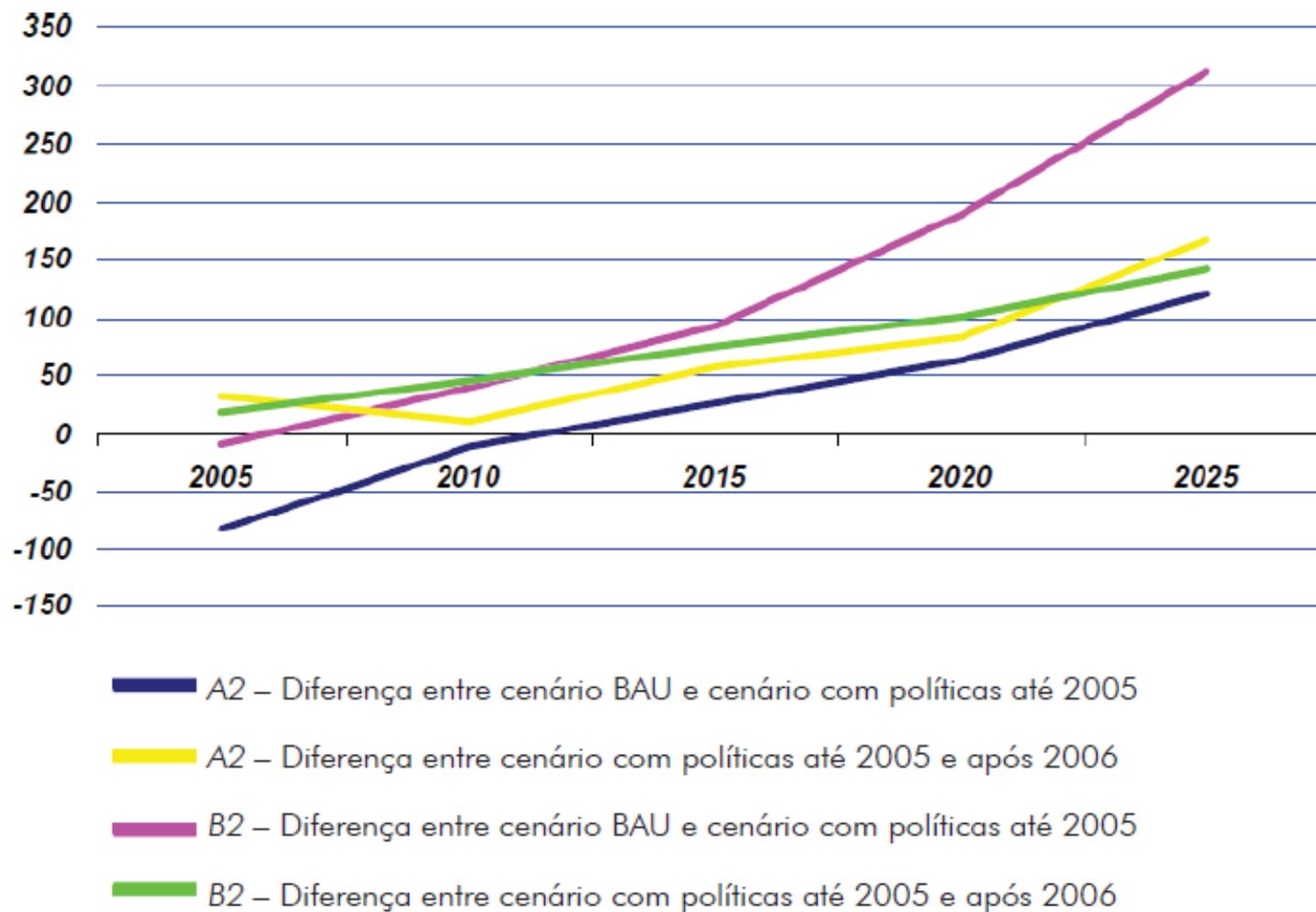


Figura Cap. 3 – 3.2

Curvas de custo marginal de abatimento para medidas de mitigação acima de US\$ 50 por tonelada CO₂eq com taxa de desconto social de 8%.

Fonte: Gouvello *et al.*, 2010

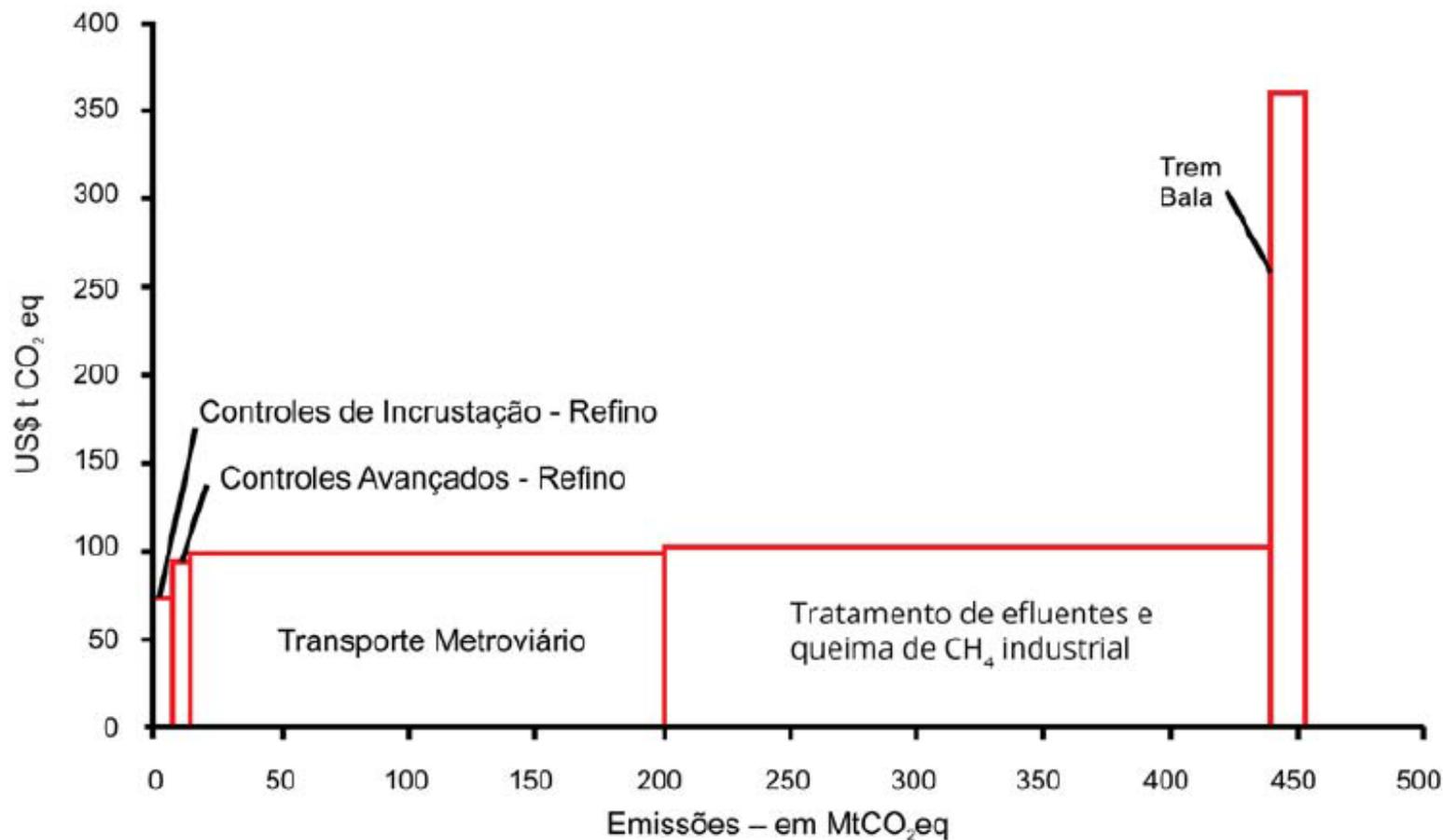


Figura Cap. 3 – 3.3

Curva de custo marginal de abatimento (CMA).

Fonte: McKinsey, 2009a

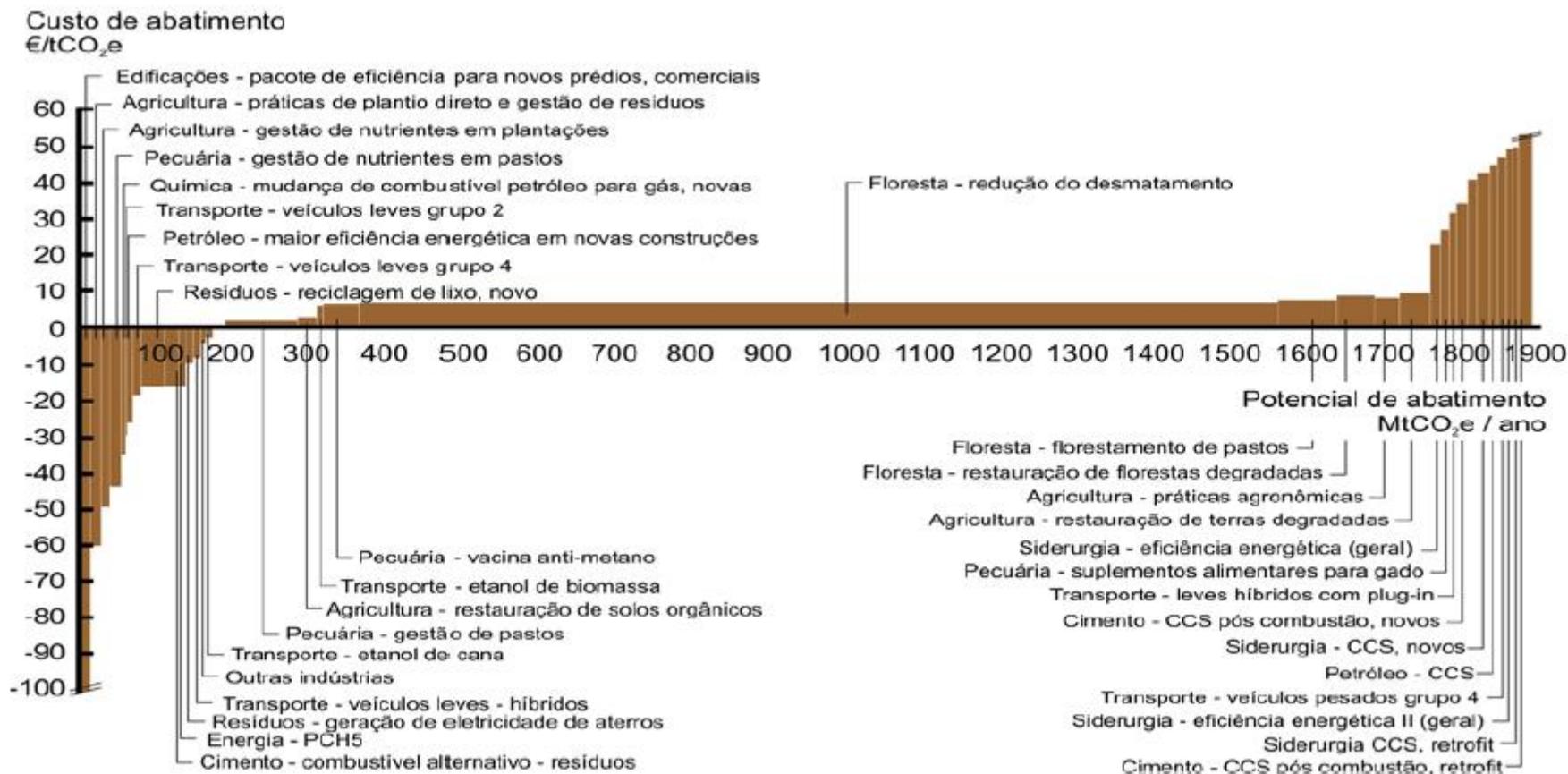


Figura Cap. 3 – 3.4

Custo do carbono emitido por desmatamento de 1997 a 2006.

Fonte: Margulis et al., 2010

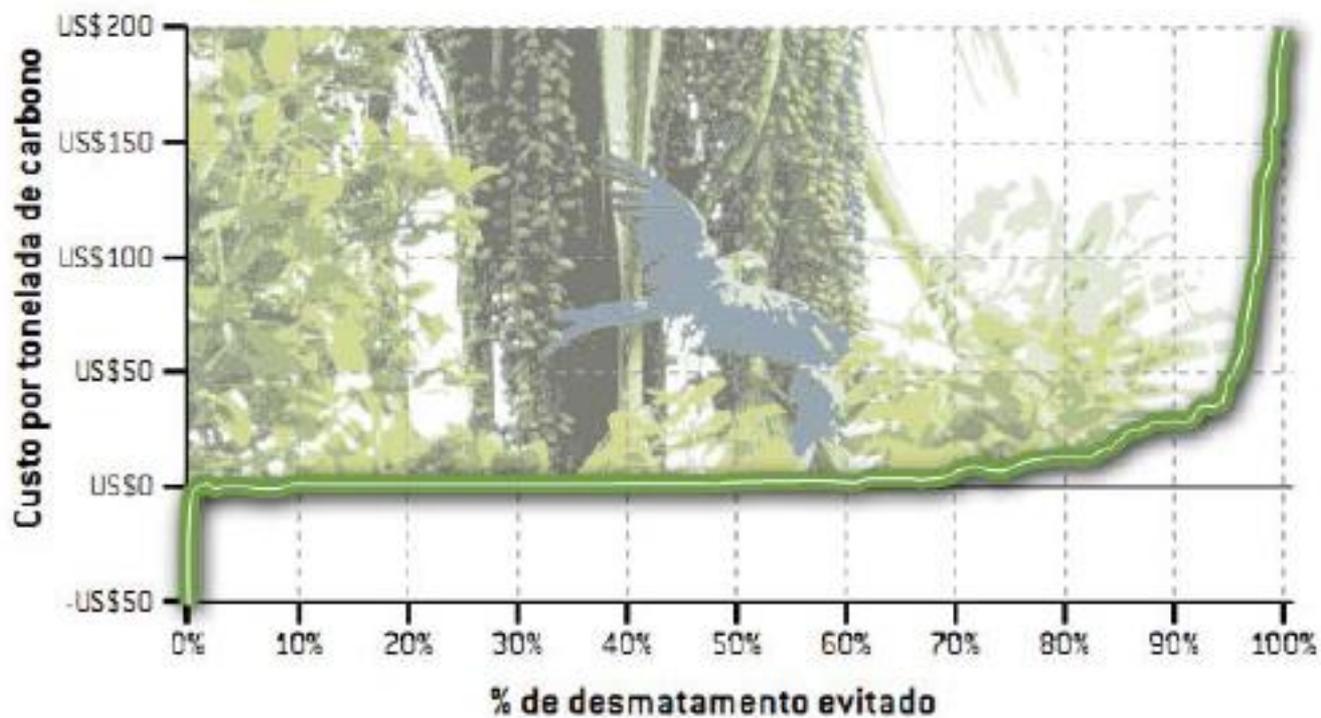


Figura Cap. 3 – 3.5

Participação das fontes na geração de energia.

Fonte: Relatório final do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2021) – EPE, 2012

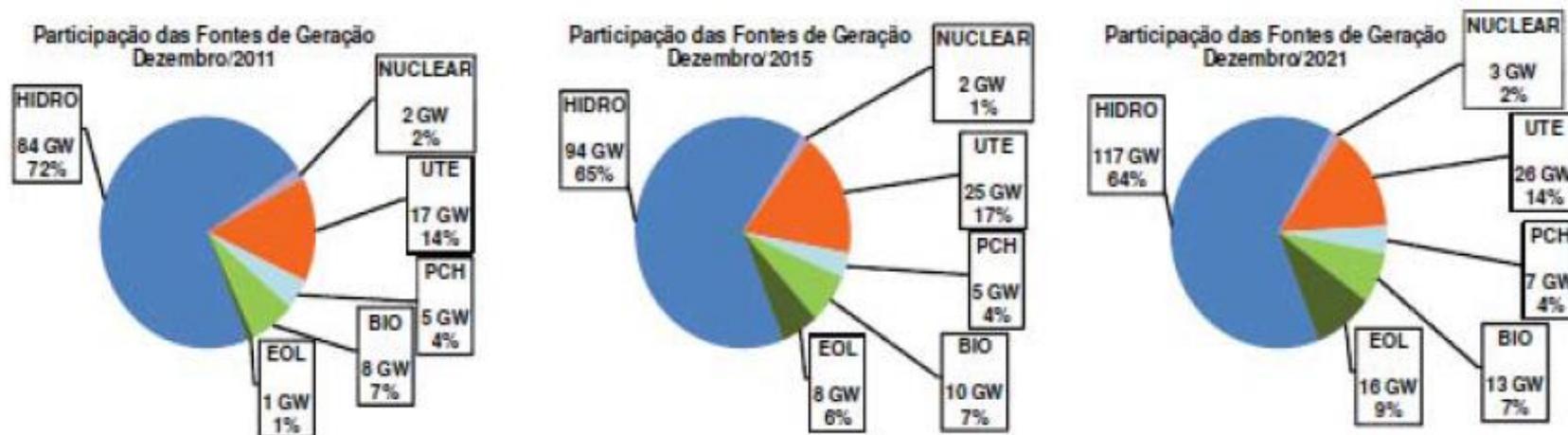
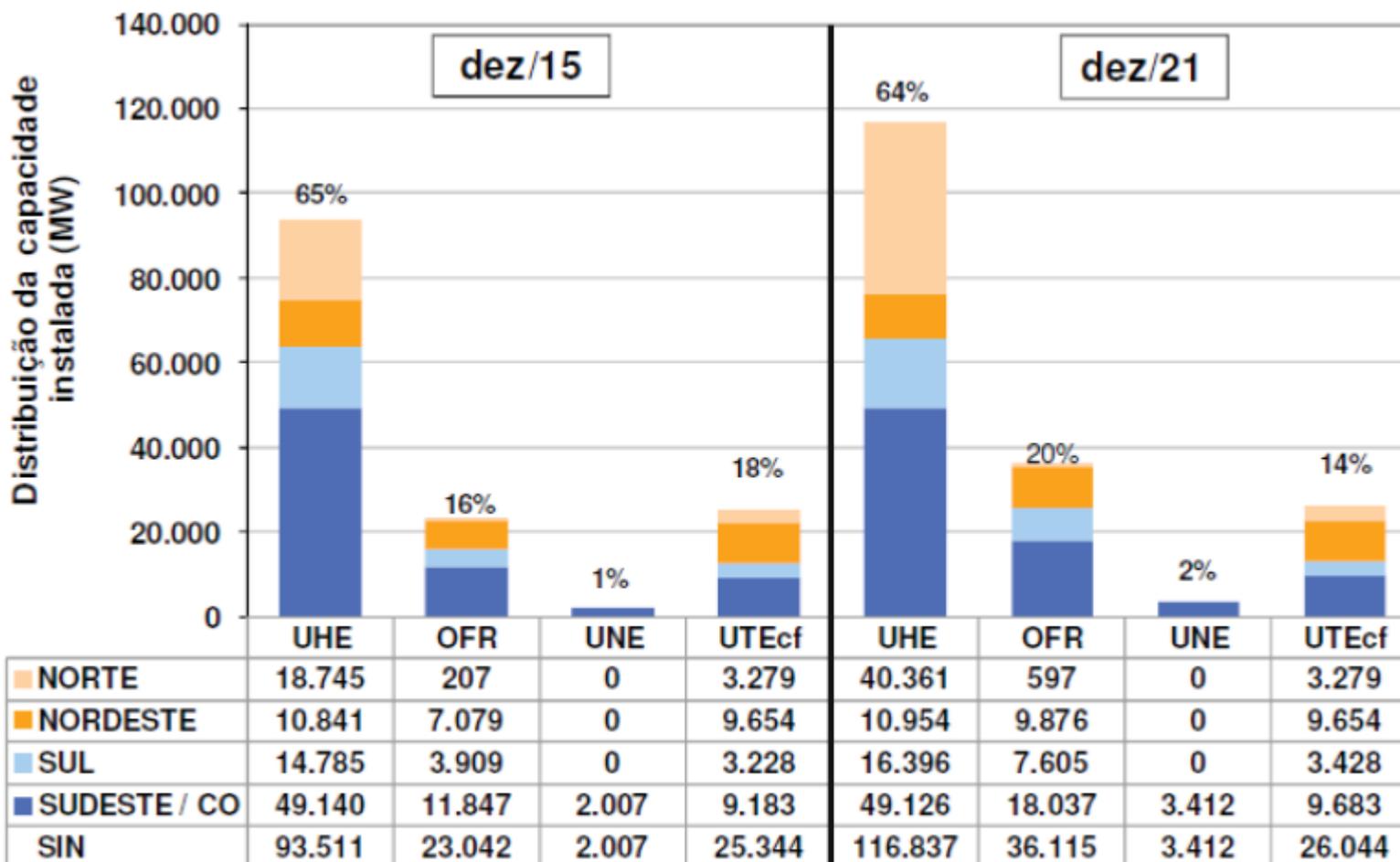


Figura Cap. 3 – 3.6

Distribuição da capacidade instalada por Região do País.

Fonte: Relatório final do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), 2020



Legenda: UHE-usinas hidrelétricas; OFR-outras fontes renováveis; UNE-usinas nucleares; UTEcf -usinas termelétricas

Figura Cap. 3 – 3.7

Potencial hidráulico brasileiro por Região do País.

Fonte: Eletrobras, 2011

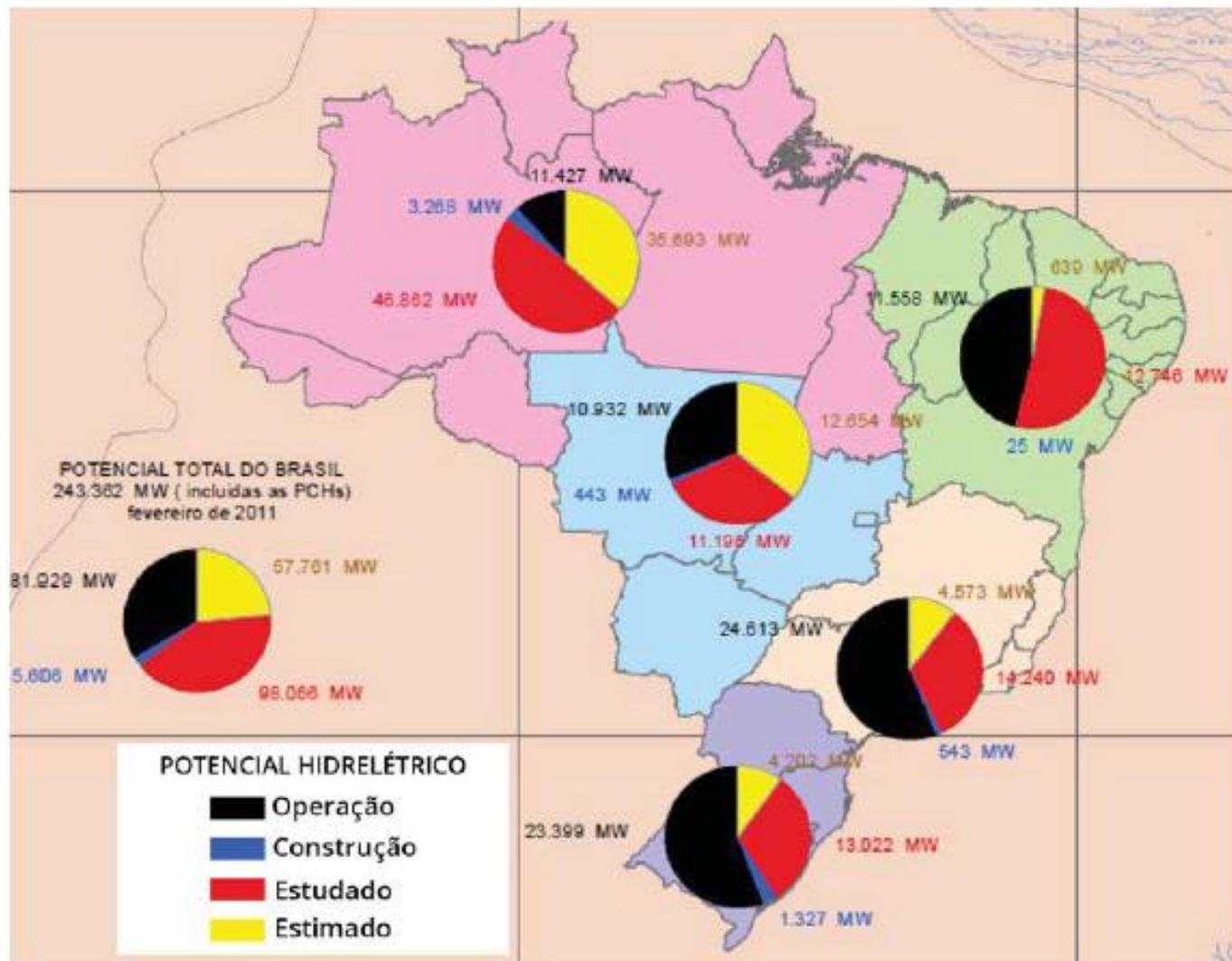


Figura Cap. 3 – 3.8

Potencial eólico brasileiro.

Fonte: Amarante et al., 2001

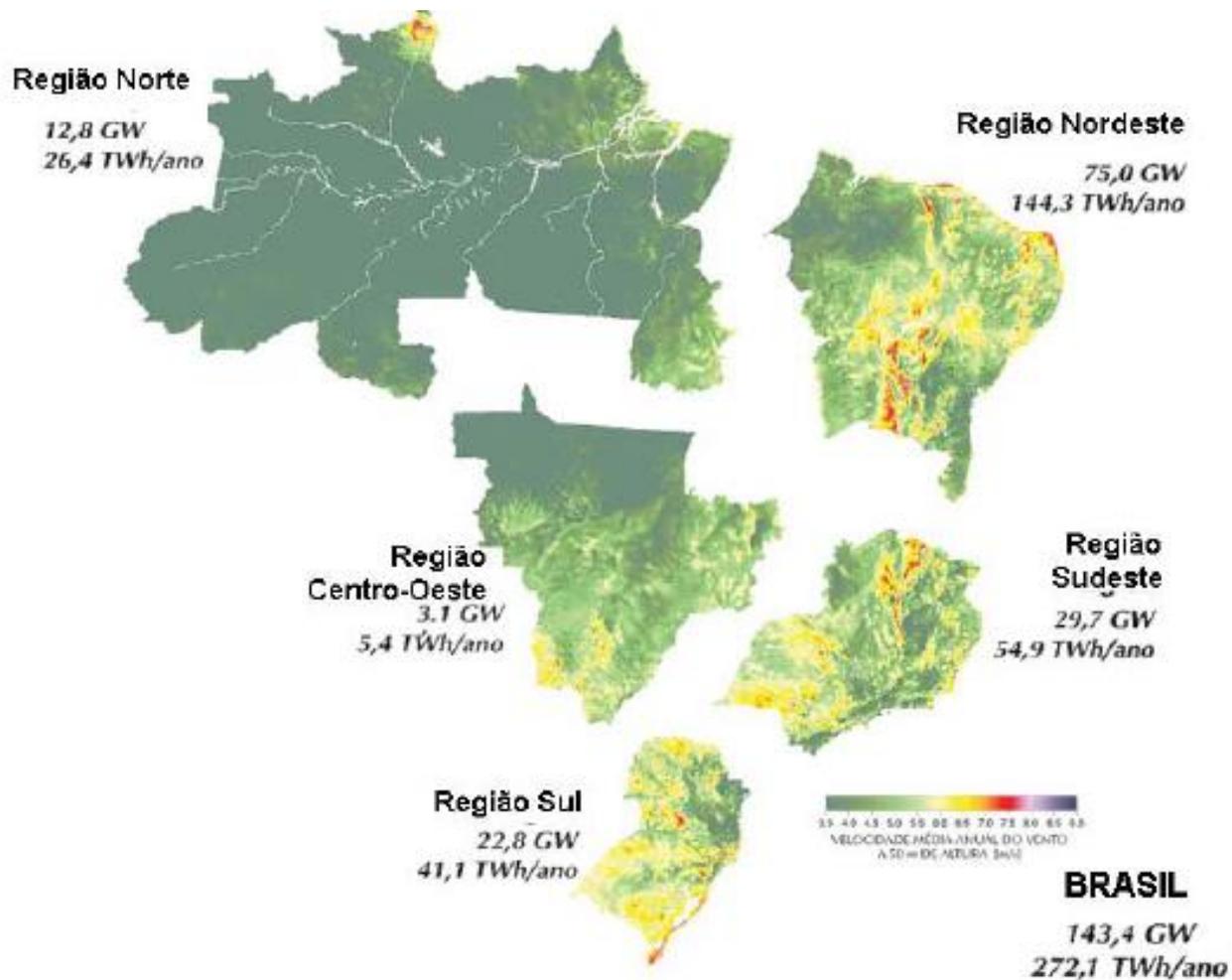


Figura Cap. 3 – 3.9

Mapa do total anual de irradiação direta normal, em kWh/m²/ano, realizado com dados derivados de satélite.

Fonte: Viana et al., 2011

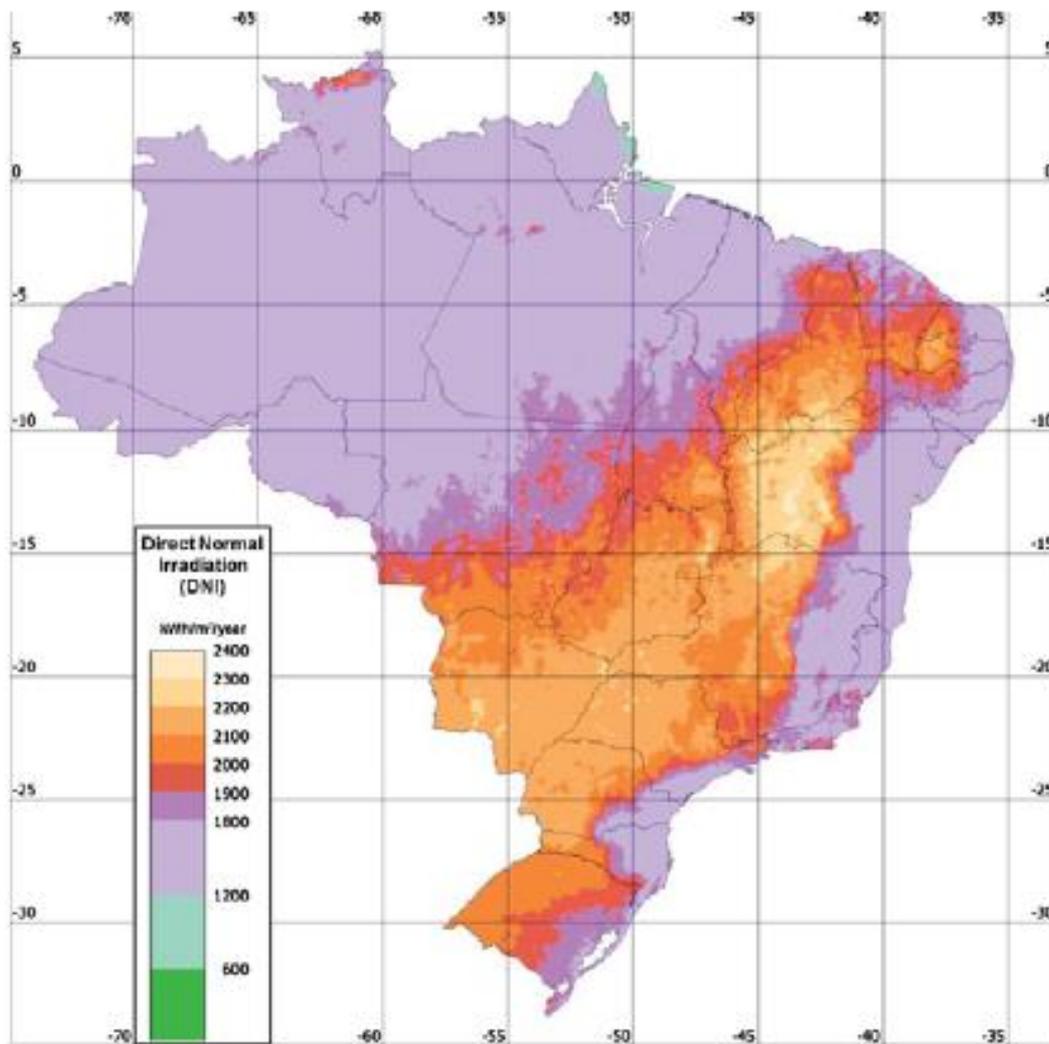


Figura Cap. 3 – 3.10

Emissões: Cenário de Referência (B1) x Cenário de Baixo Carbono

Fonte: Gouvello et al., 2010

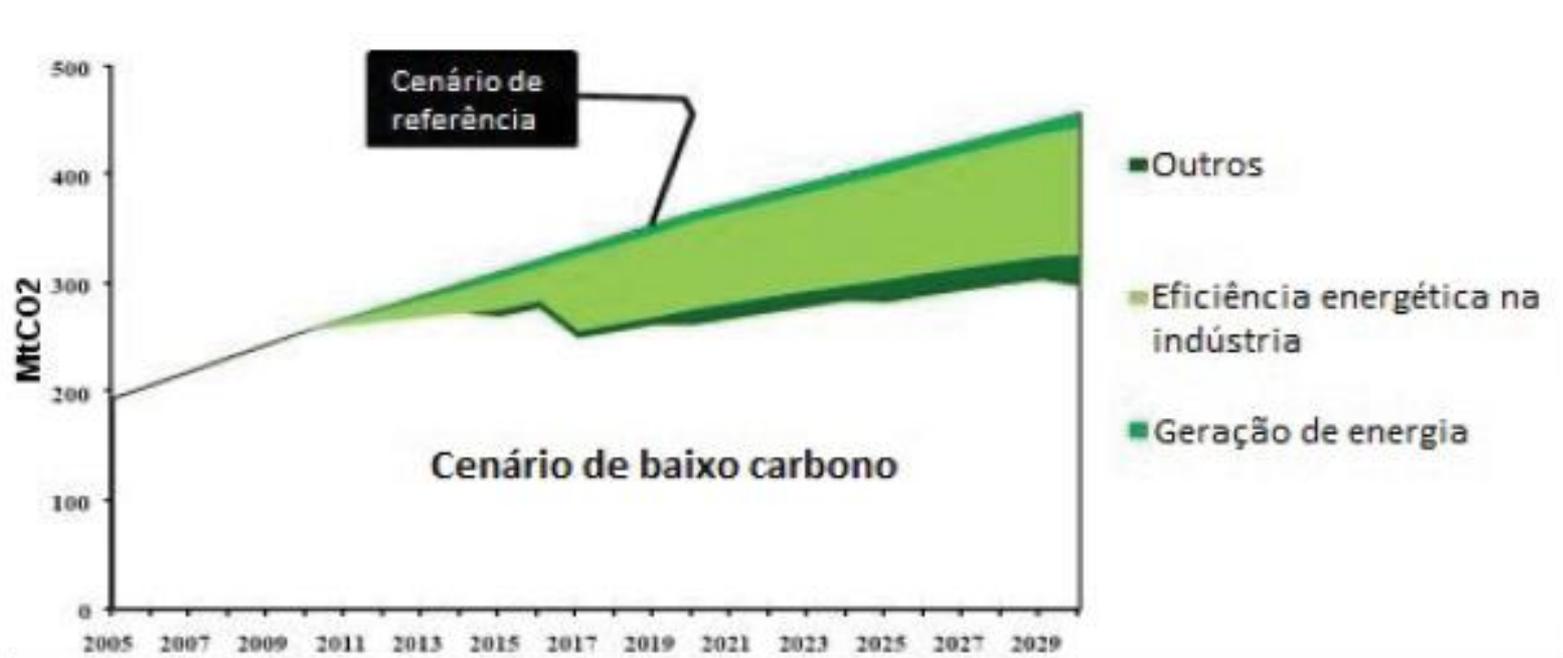


Figura Cap. 3 – 3.11

Projeção das emissões nacionais além de 2020.

Fonte: La Rovere et al., 2011

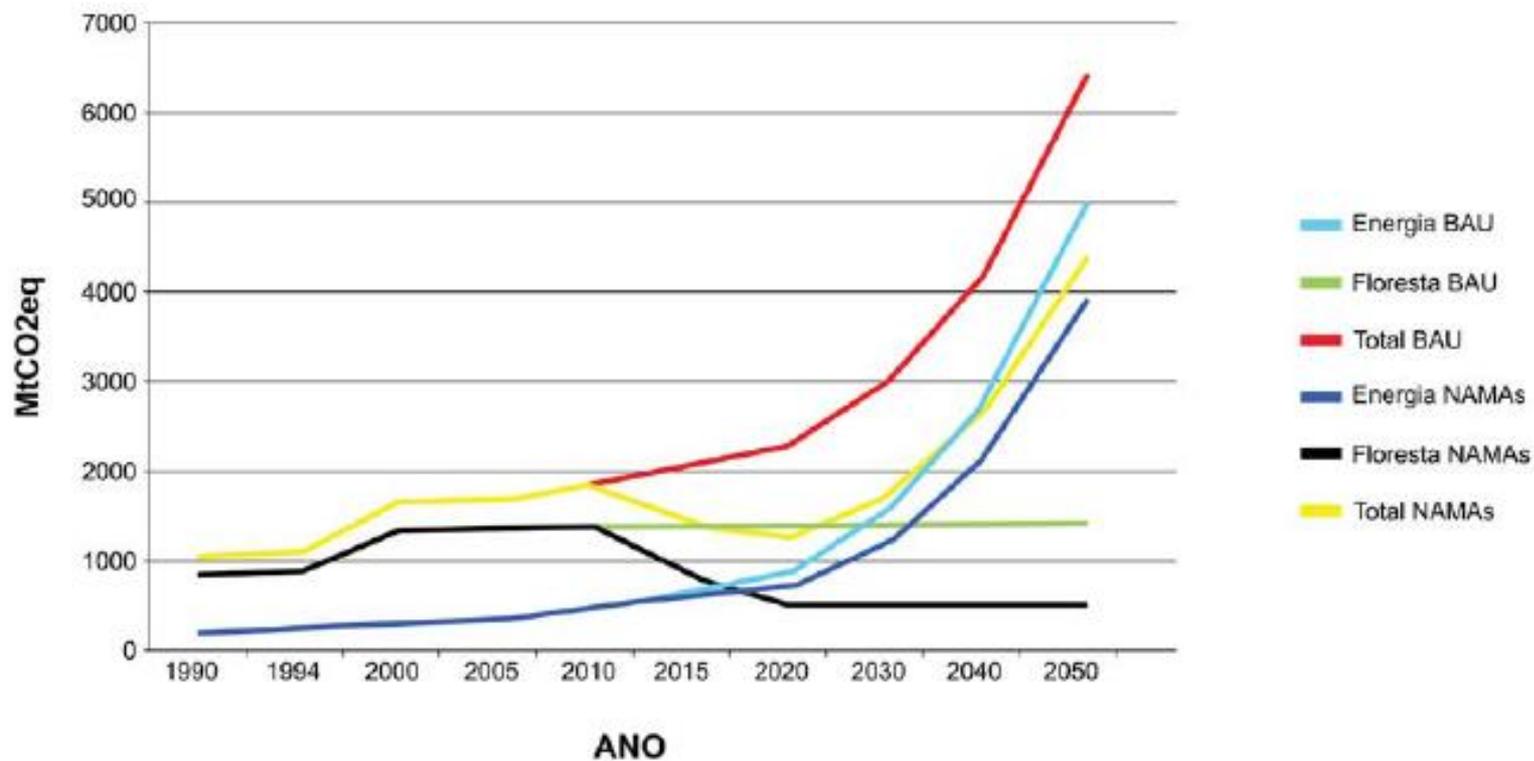


Figura Cap. 3 – 3.12

Matriz de transporte motorizado - Brasil 2009.

OBS.: Percentuais calculados com base em dados fornecidos sobre passageiros e toneladas por quilômetro (km). Passageiros: ¹Considera apenas o transporte por barca; ² Considera apenas o transporte nacional. Carga: ³Considera somente a carga transportada por cabotagem e navegação interior;. ⁴Considera somente a carga nacional.

Fonte: Elaboração própria com base em FIPE, 2011; ANTT, 2009; ANTAQ, 2009; ANTP, 2009; ANAC, 2009

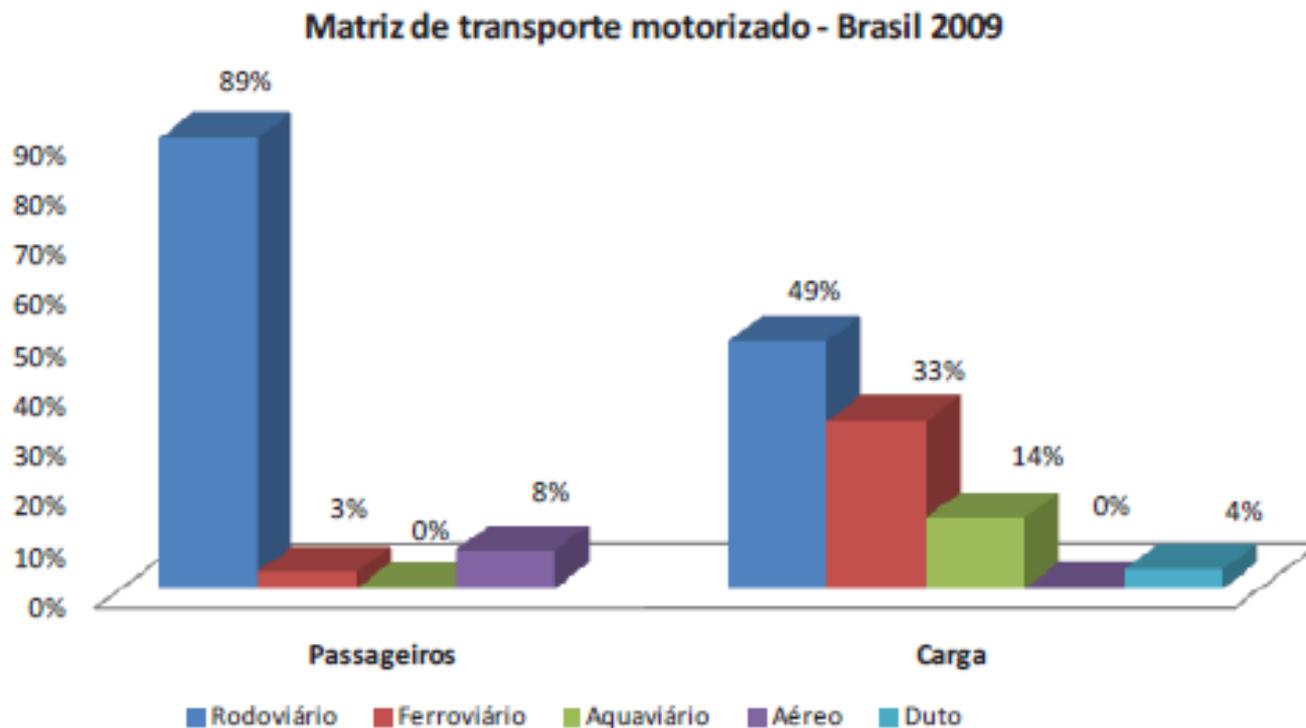
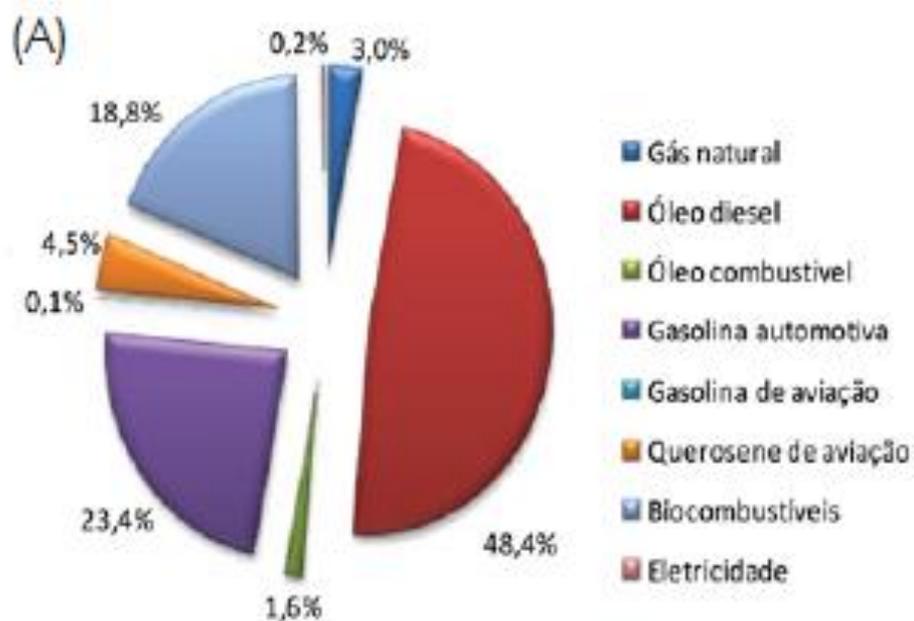


Figura Cap. 3 – 3.13

Consumo de energia do setor de transporte – Brasil, 2009.

OBS.: Percentuais calculados a partir do consumo de energia – em toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Fonte: Elaboração própria com base em EPE, 2010b



¹ Álcool etílico anidro (4,411%), álcool etílico hidratado (13,4%) e biodiesel (0,002%)

Figura Cap. 3 – 3.13 (continuação)

Consumo de energia do setor de transporte – Brasil, 2009.

OBS.: Percentuais calculados a partir do consumo de energia – em toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Fonte: Elaboração própria com base em EPE, 2010b

(B)

Combustível	Rodoviário	Aquaviário	Ferrovário	Aéreo
Gás Natural	3,212%			
Óleo Diesel	50,905%	27,448%	82,214%	
Óleo Combustível		72,552%		
Gasolina Automotiva	25,438%			
Gasolina de Aviação				
Querosene de Aviação				
Biocombustíveis ¹				
¹ O modo rodoviário considera, como combustíveis, ambos os tipos de álcool etílico – anidro e etílico – e o biodiesel. Já o modo ferroviário considera apenas o último como combustível.				

Figura Cap. 3 – 3.14

Perfil de emissões equivalentes de CO₂ pelo setor de transportes no Brasil derivada do uso de combustíveis fósseis.

Fonte: Elaboração própria com base em EPE, 2010b

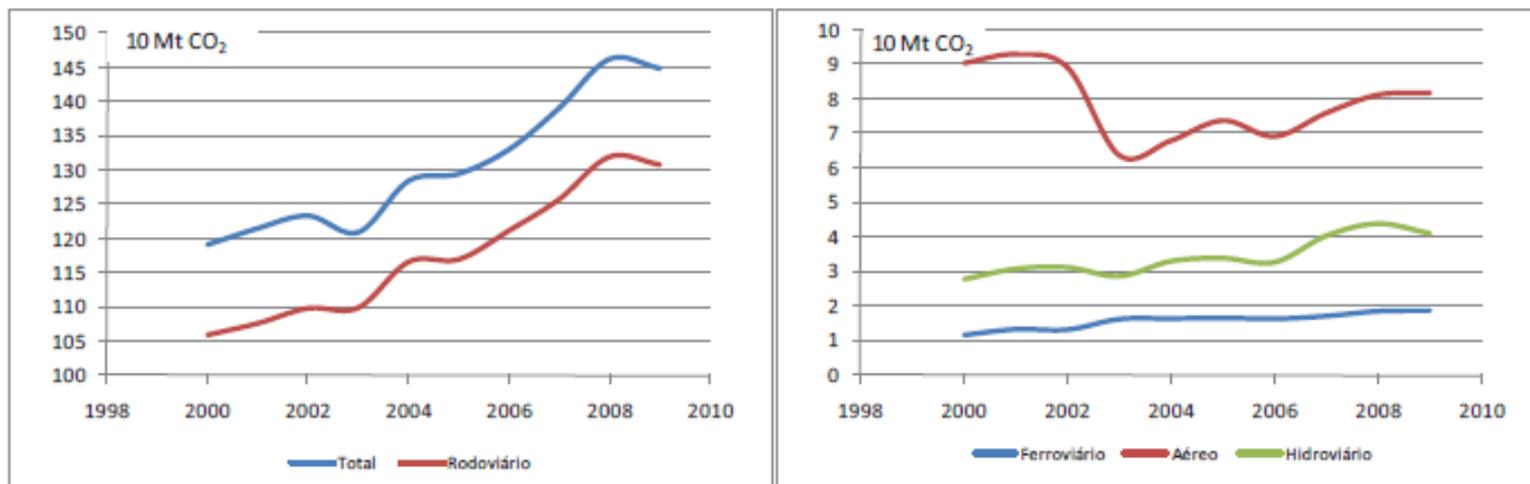


Figura Cap. 3 – 3.15

Matriz de transporte de passageiro – Brasil, 2009.

Notas: 1Transporte municipal e intermunicipal; 2Transporte interestadual para cidades com mais de 60 mil habitantes que contêm a maior parte da população e frota.

Fonte: Elaboração própria com base em FIPE, 2011; ANTT, 2009; ANTAQ, 2009; ANTP, 2009; ANAC, 2009

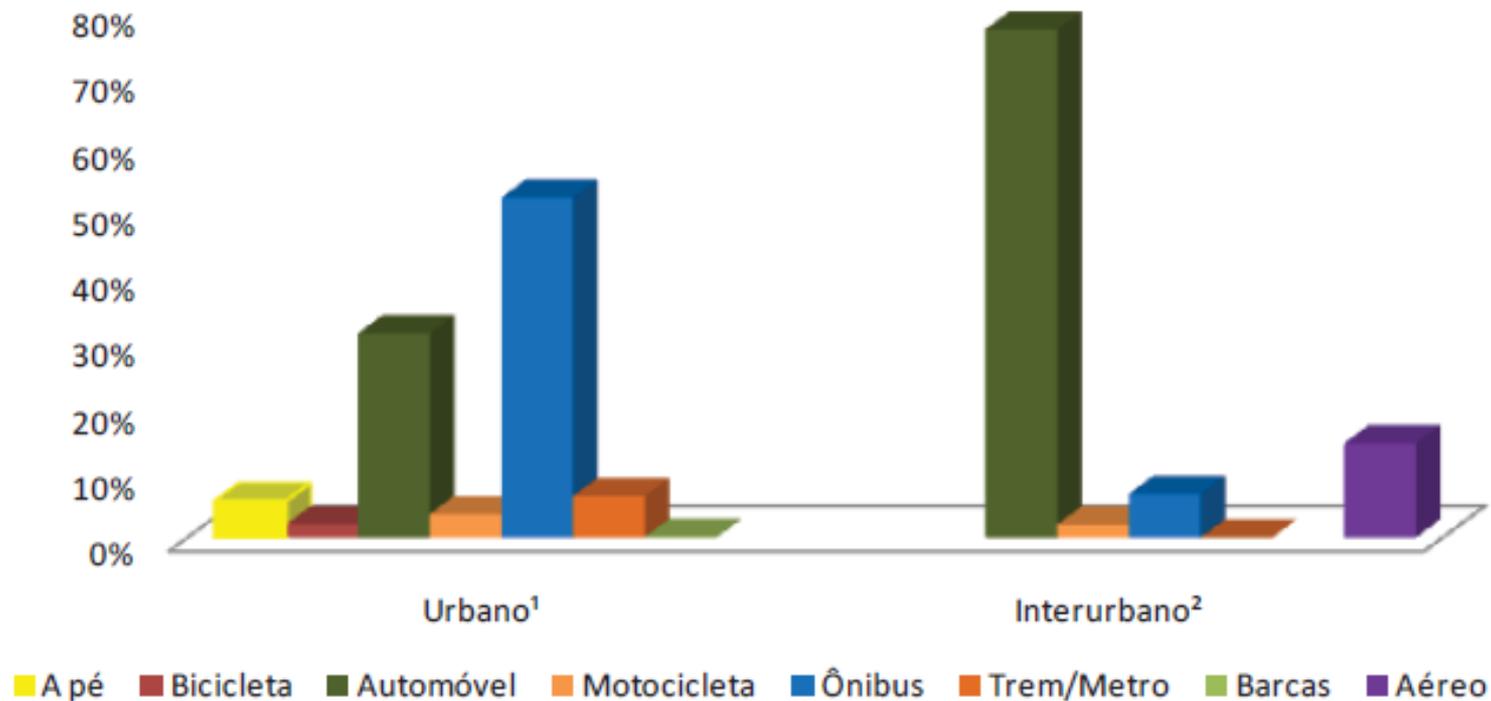


Figura Cap. 3 – 3.16

Evolução em percentual da matriz de transporte de passageiro no Brasil

Fonte: Elaboração própria com base em FIPE, 2011; ANTT, 2009; ANTAQ, 2009; ANTP, 2009; ANAC, 2009

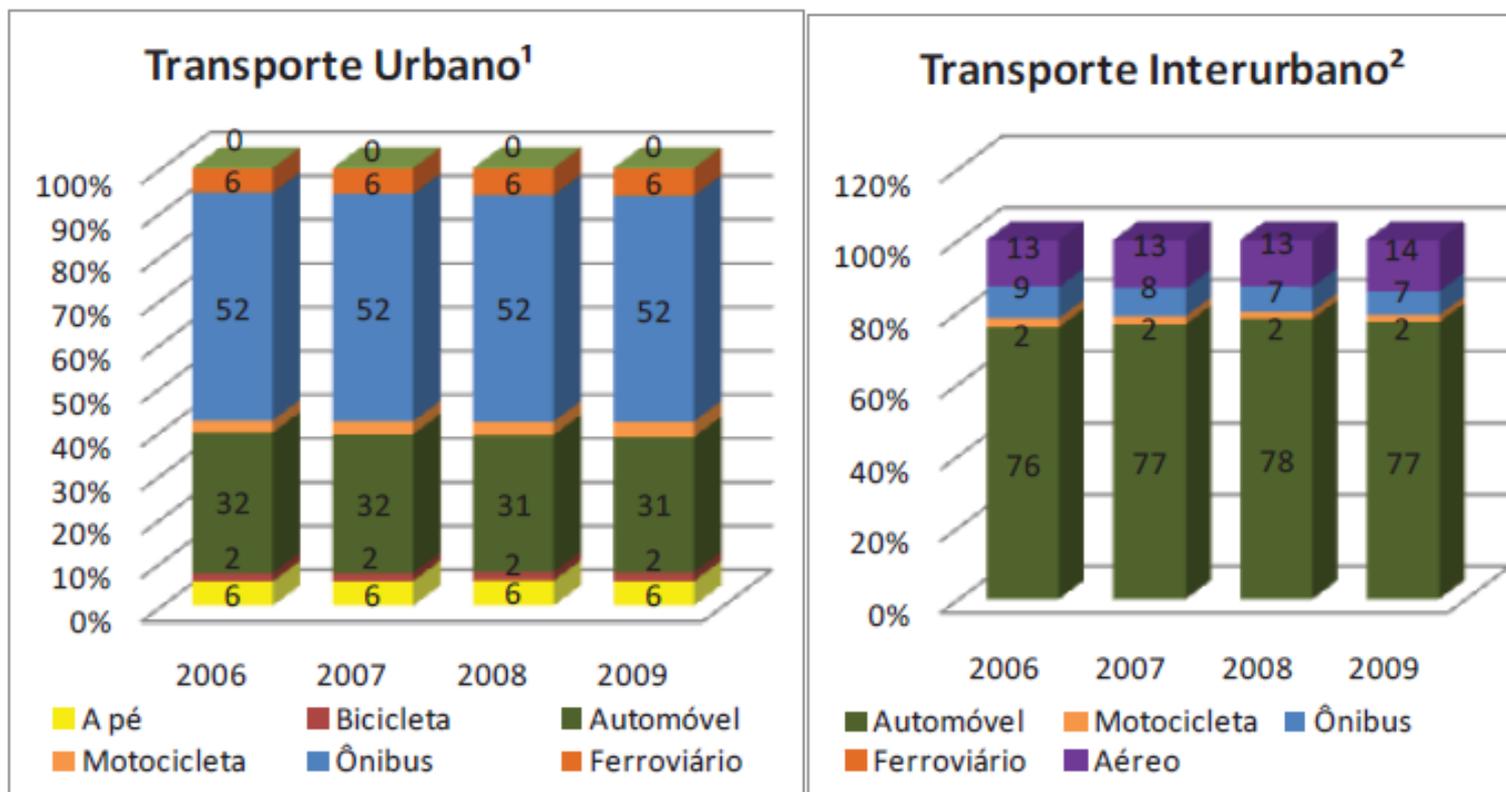


Figura Cap. 3 – 3.17

Matriz do transporte de carga no Brasil: participação em tonelada por quilômetro (t.km).

Fonte: Elaboração própria com base em FIPE, 2011; ANTT, 2009; ANTAQ, 2009; ANAC, 2009

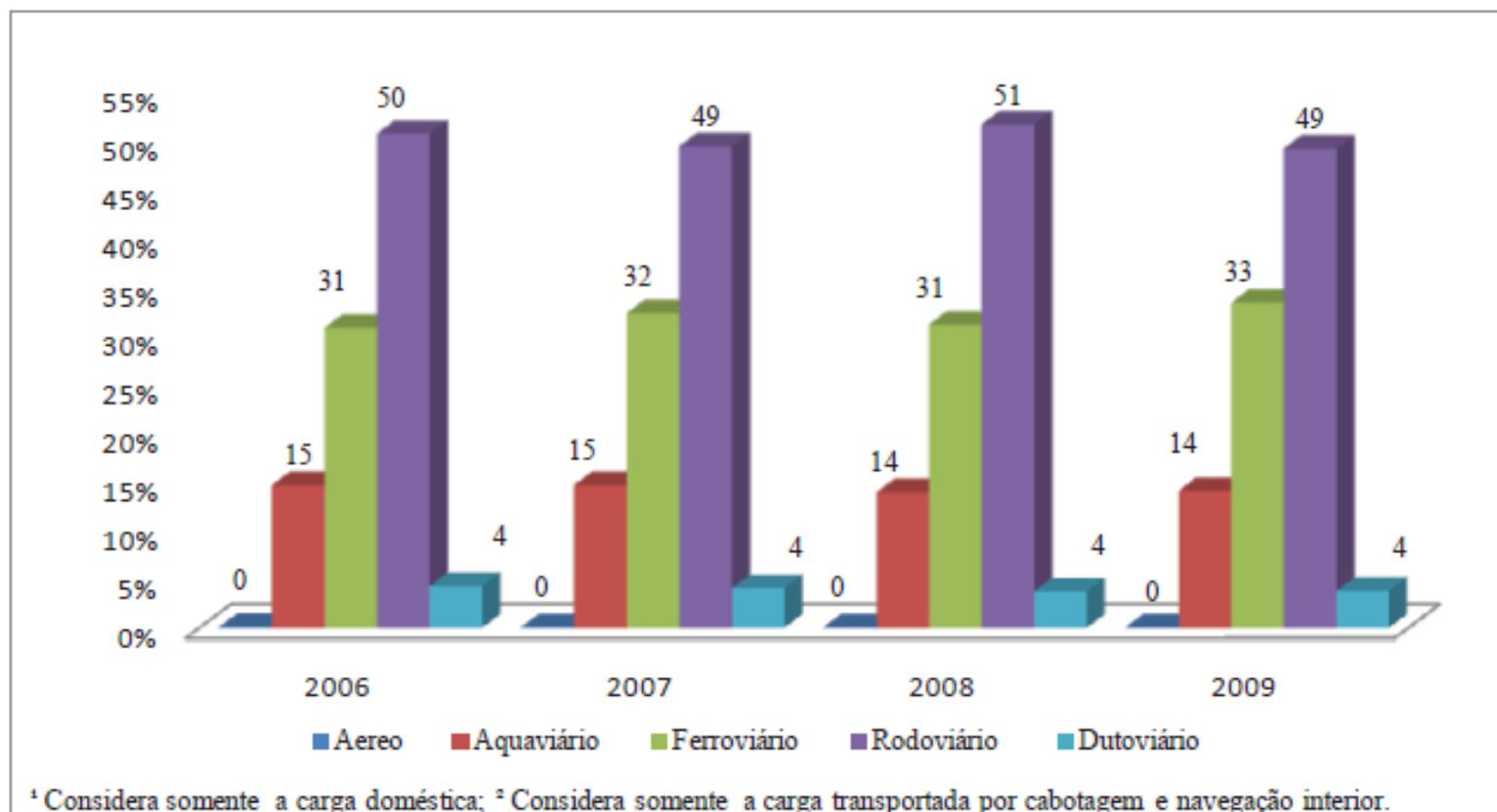


Figura Cap. 3 – 3.18

Processos de produção de biocombustíveis para o transporte.

Fonte: Elaboração própria a partir de Ribeiro et al., 2007; Wisler, 2000; Ristinen e Kraushaar, 1999

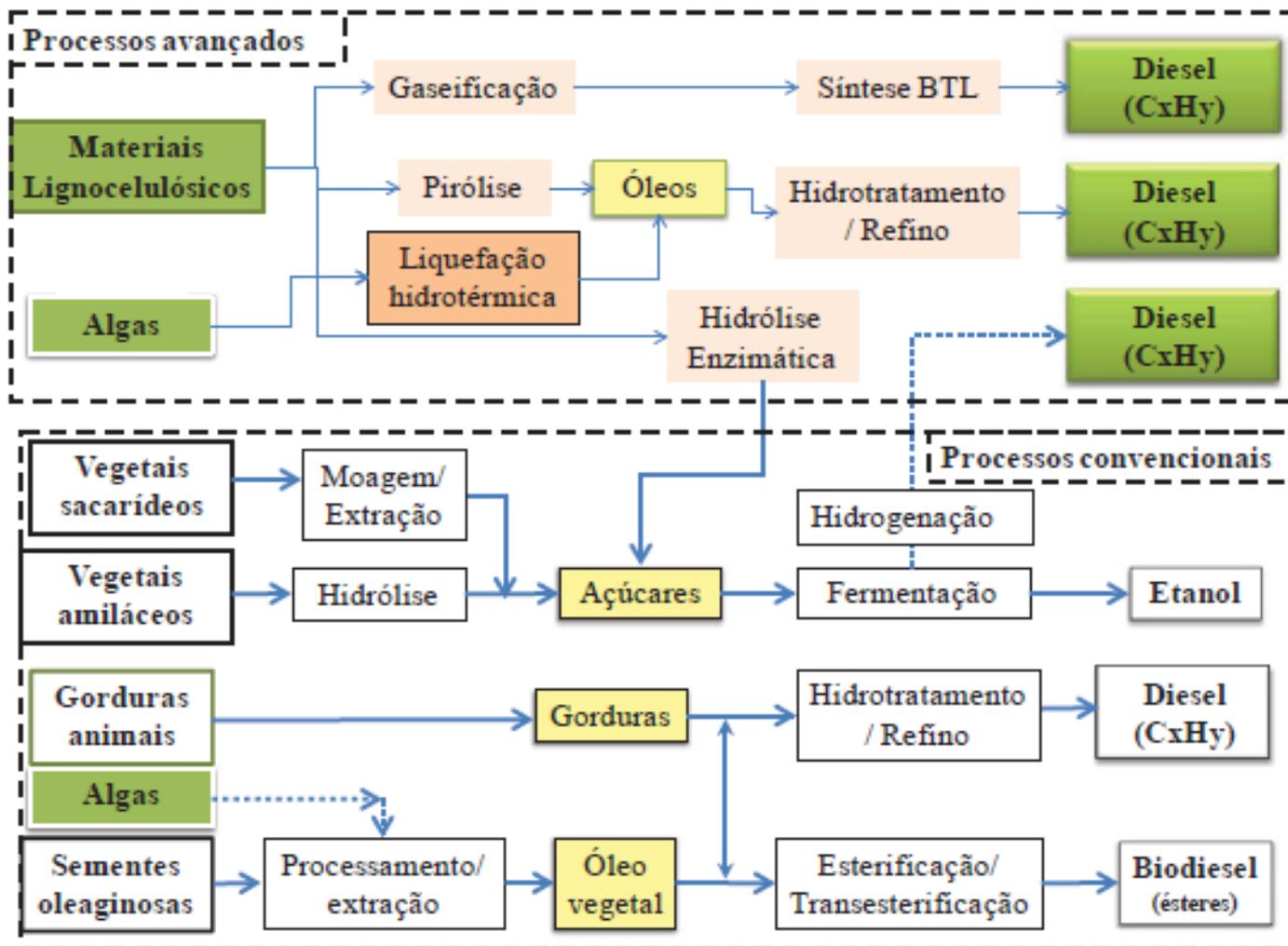


Figura Cap. 3 – 3.19

Consumo final de energia por setor– em (A), eletricidade e em (B), biomassa.

Fonte: Balanço Energético Nacional (EPE), 2010b

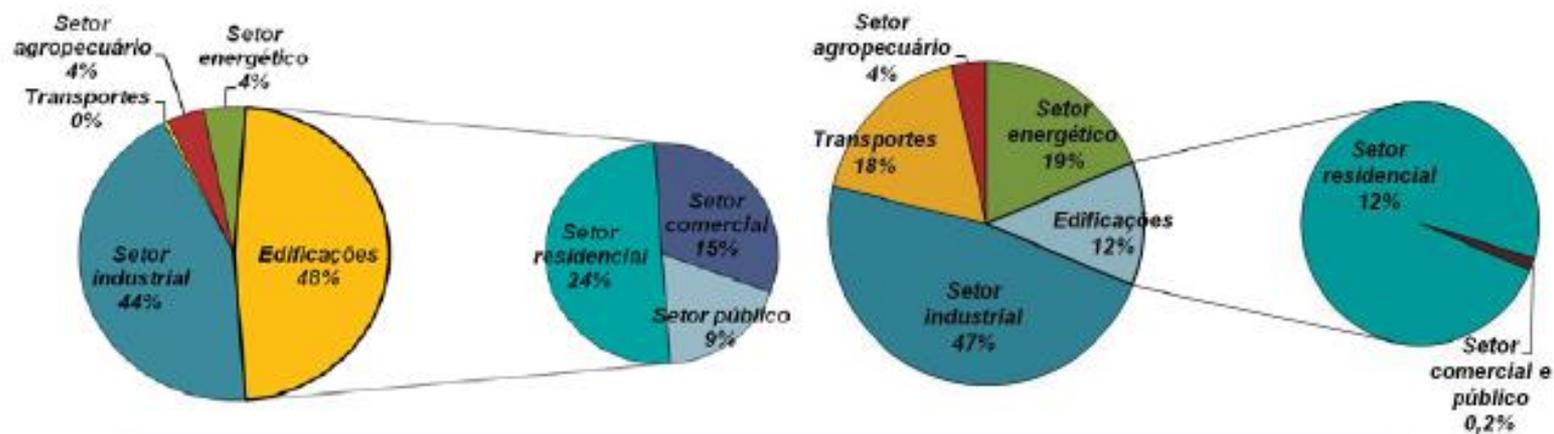


Figura Cap. 3 – 3.20

Consumo final de energia e eletricidade por habitante pelos setores residenciais brasileiro, europeu e norte-americano.

Fonte: Balanço Energético Nacional (EPE), 2010b; U.S. Energy Information Administration (EIA), 2011; U.S. Census Bureau, 2009

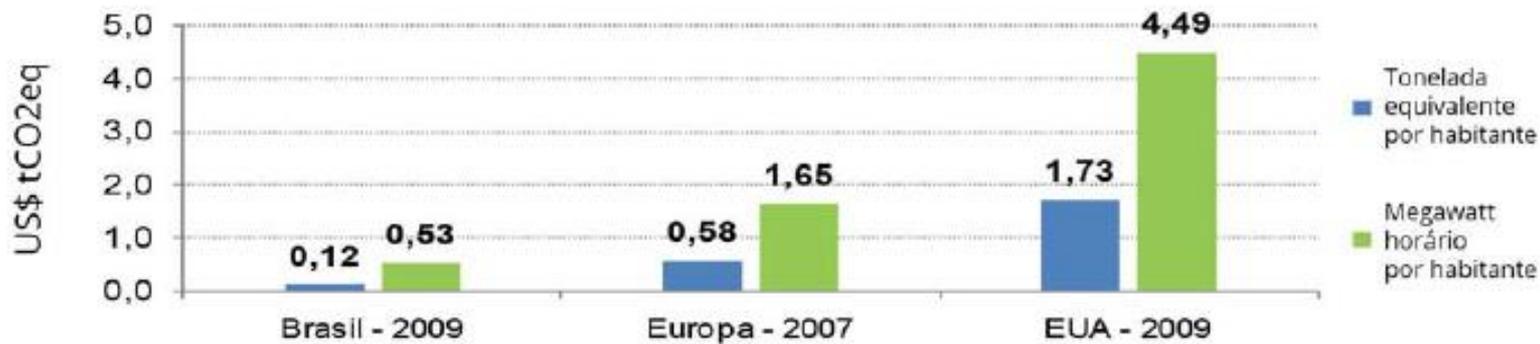


Figura Cap. 3 – 3.21

Consumo normalizado de energia nos 60 casos estudados.

Fonte: Sartori e Hestnes, 2007

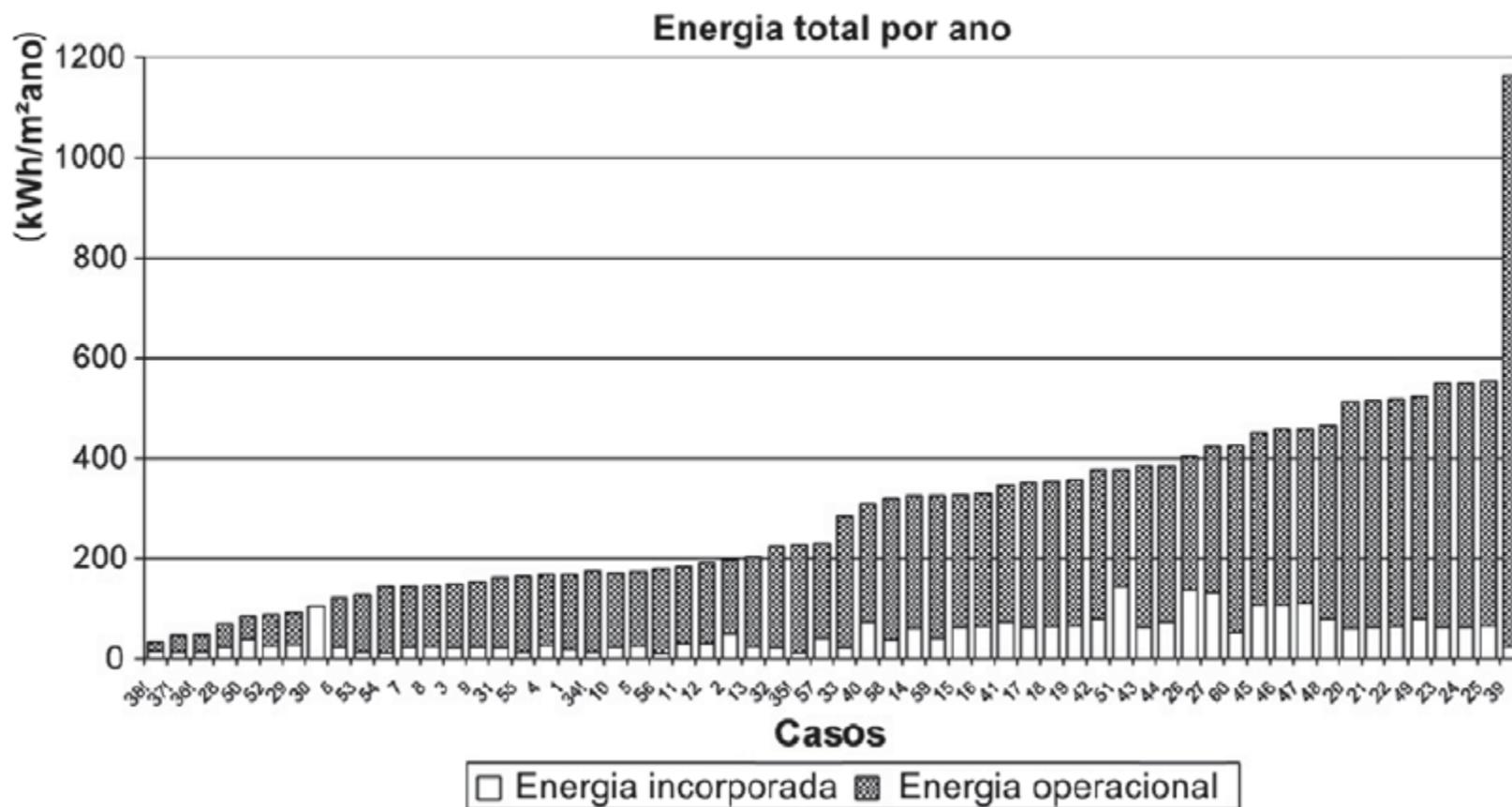


Figura Cap. 3 – 3.22

Consumo desagregado por uso final de energia pelo setor residencial.

Fonte: Elaboração própria com base em Jannuzzi e Schipper, 1991; Pereira, 2002; e adaptado de Procel, 2007



Figura Cap. 3 – 3.23

Evolução do consumo de energia pelo setor residencial.

Fonte: BEN, 2010; EPE, 2011

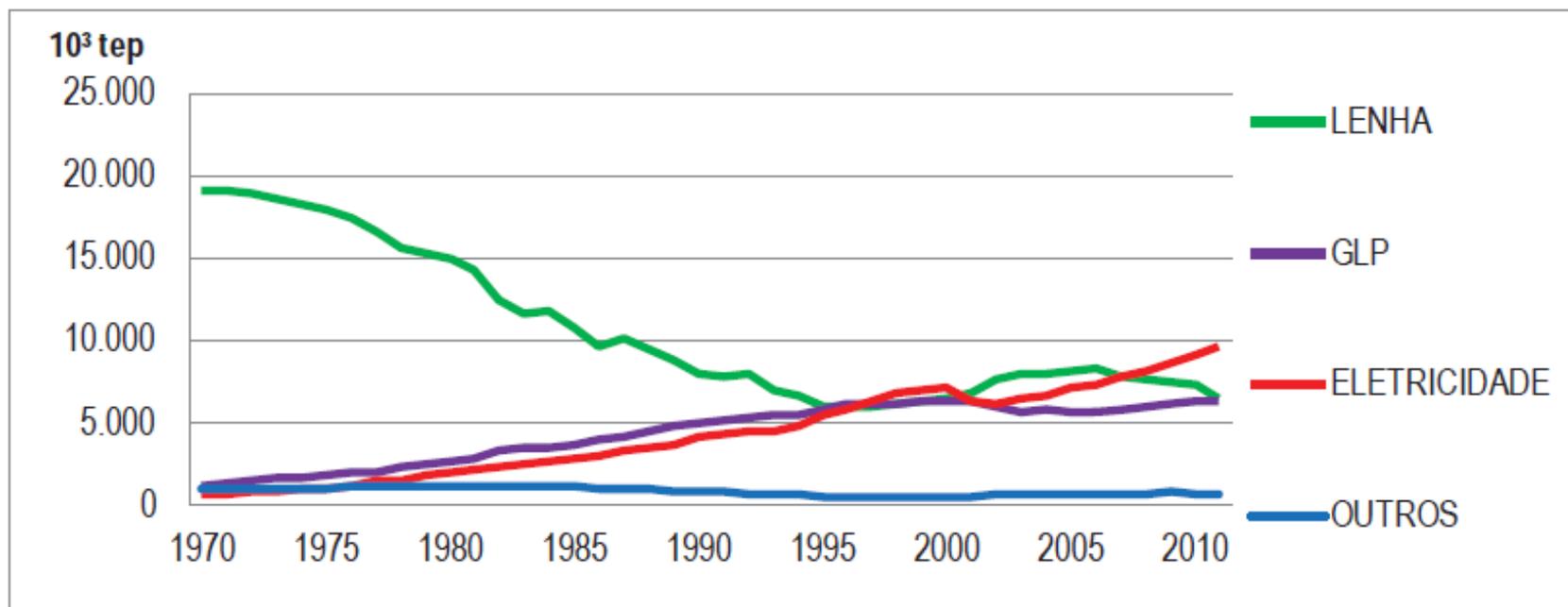


Figura Cap. 3 – 3.25

Consumo desagregado em percentuais de energia por usos finais nos setores comercial e público.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Barros Filho, 2007; Ludgero e Assis, 2005; Romero e Philippi Jr., 2000

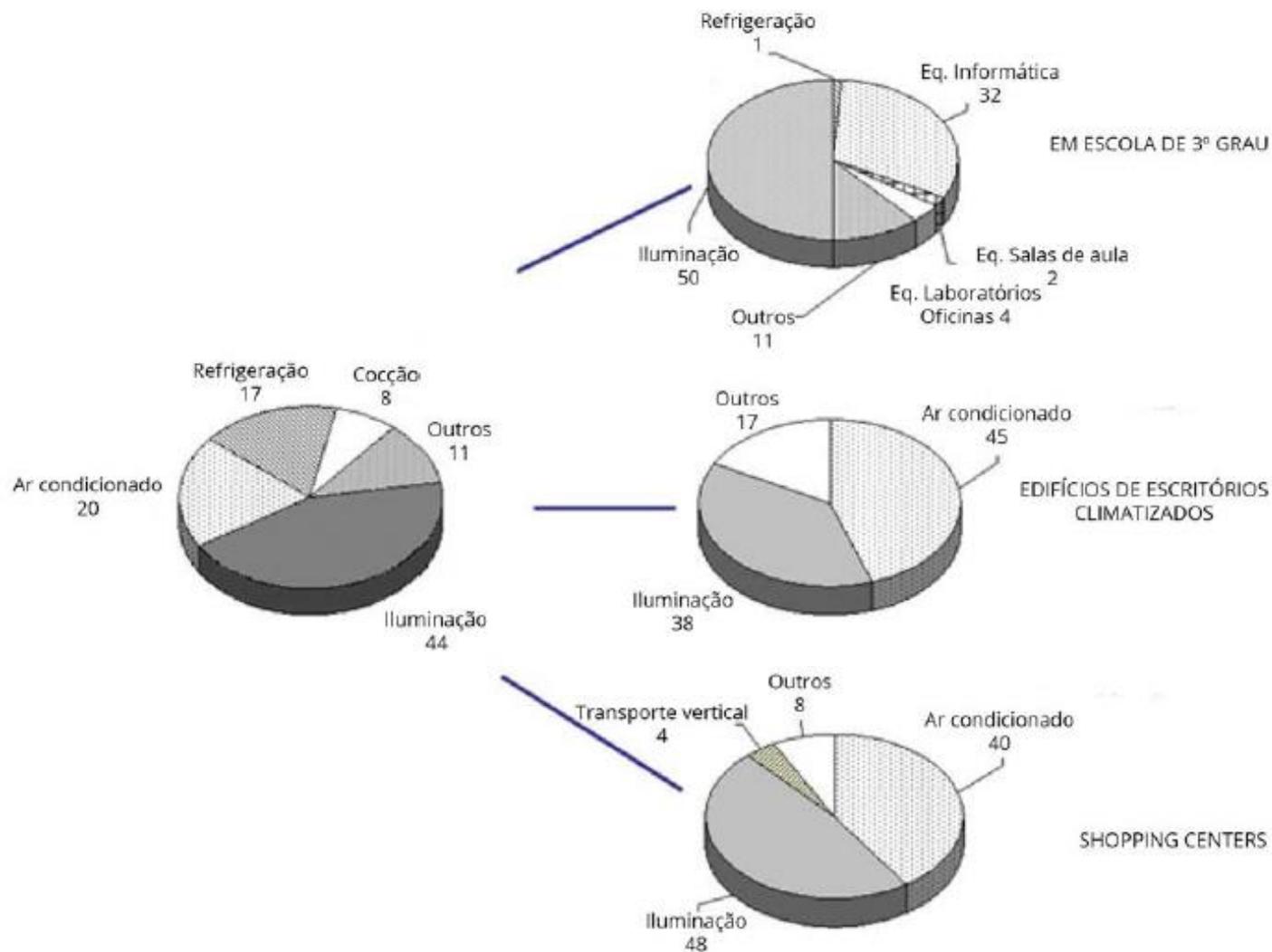


Figura Cap. 3 – 3.26

Participação das emissões equivalentes em CO₂ por segmentos da edificação brasileira nos volumes totais conforme fonte energética.

OBS.: Fontes energéticas expressas à esquerda, como fração do volume total de emissões e, à direita, como porcentagem desse total excluído o lançado por mudança no uso da terra e desmatamento – do qual, por coerência, se retirou o relativo à lenha.

Fonte: de la Rue du Can e Price, 2006; Levine et al., 2007

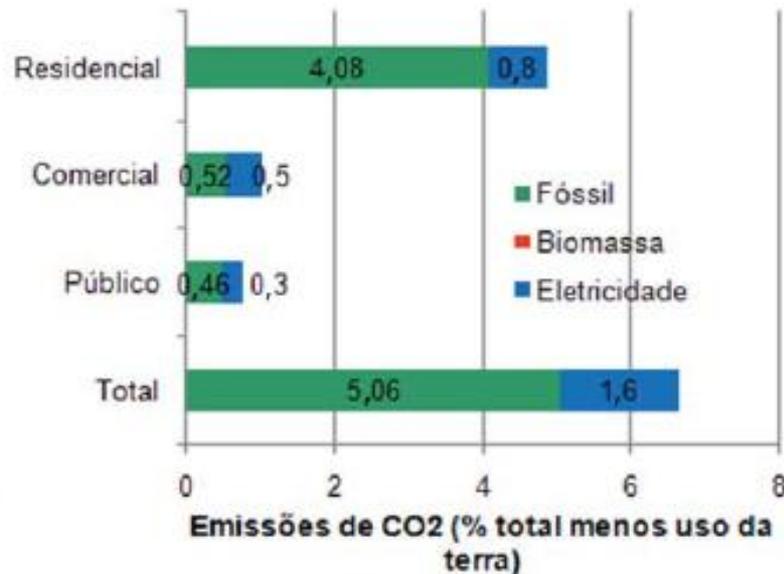
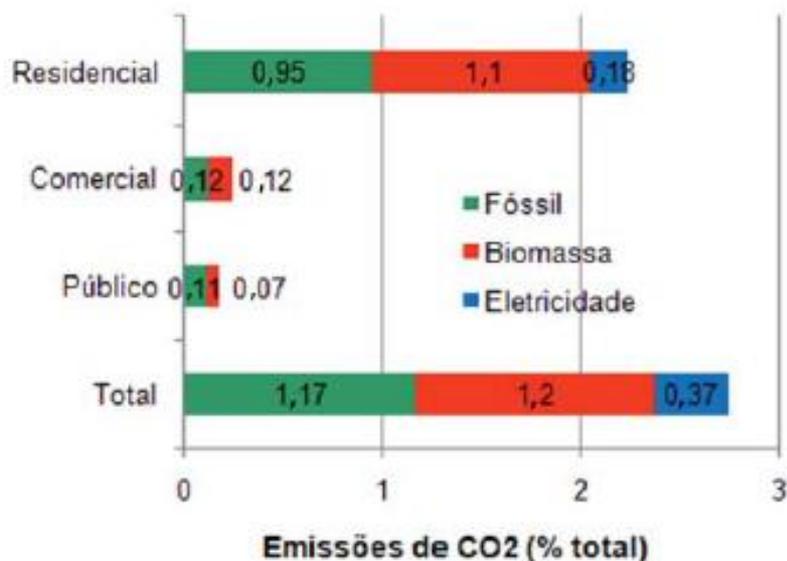


Figura Cap. 3 – 3.27

Evolução da oferta interna de energia (OIE) per capita e da oferta interna de energia elétrica (OIEE) per capita no Brasil.

Fonte: Adaptado de BEN (EPE), 2011

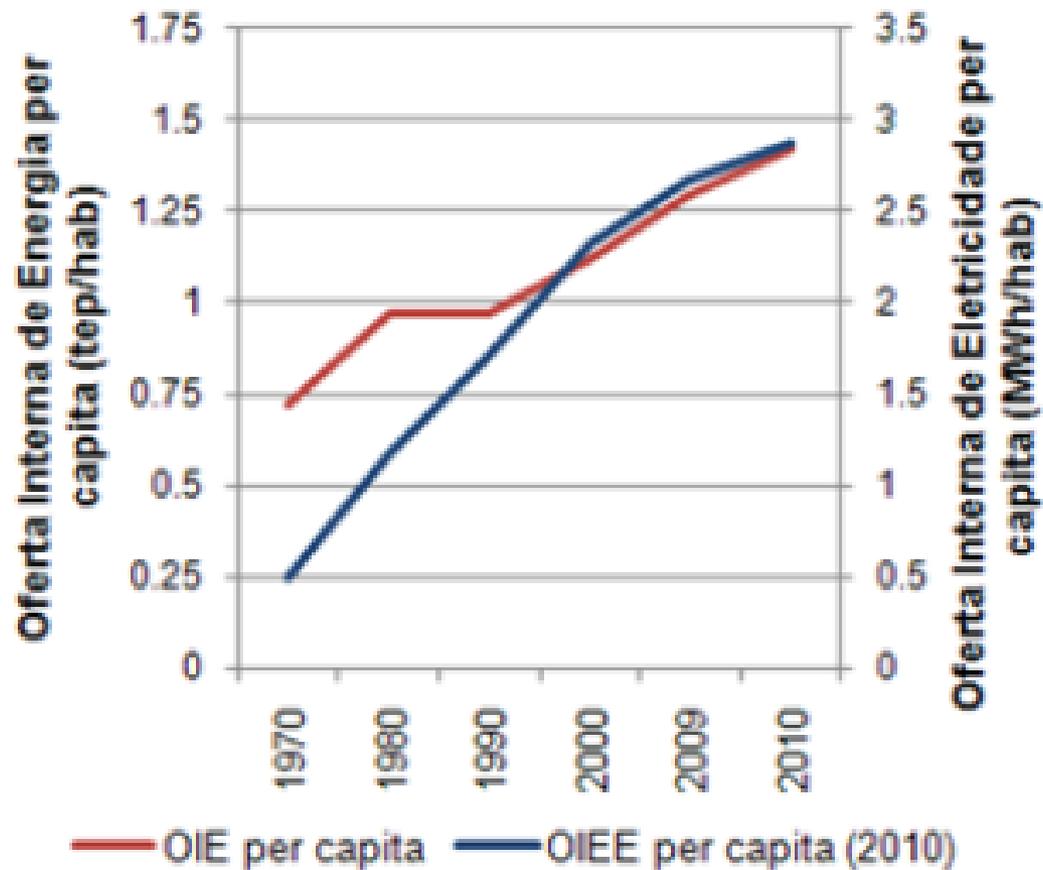


Figura Cap. 3 – 3.28

Usos finais percentuais mais significativos por setor.

Fonte: Balanço Energético Nacional (EPE), 2010b

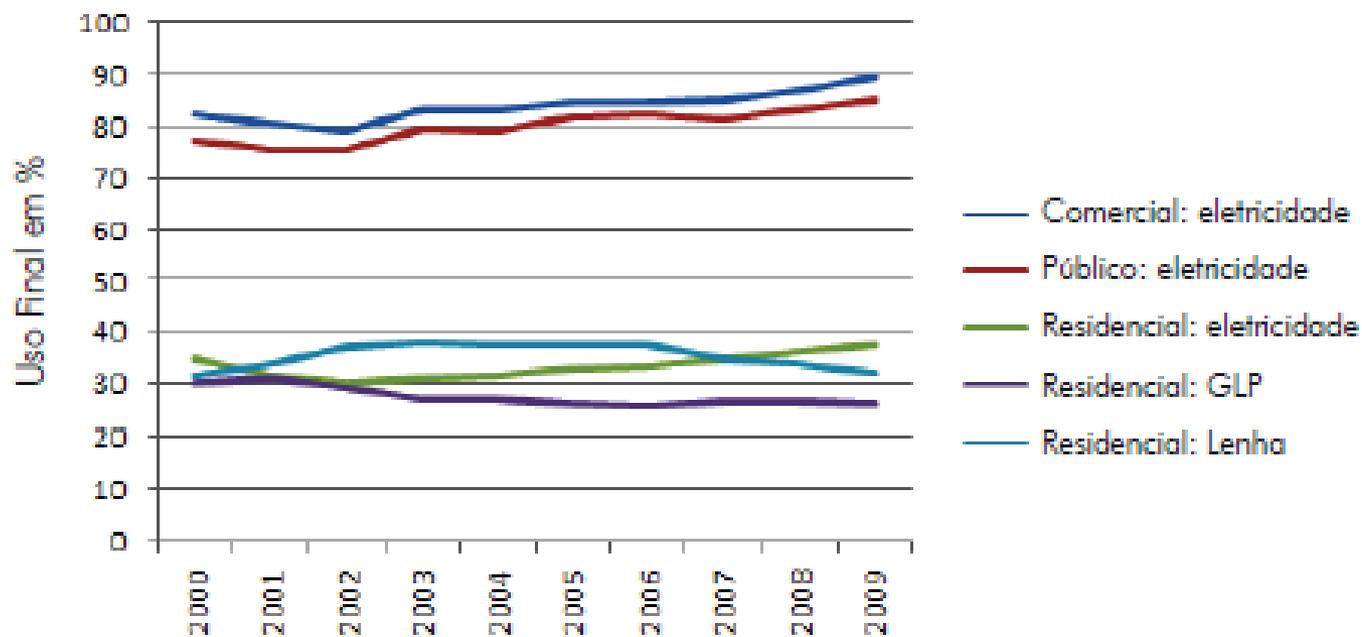


Figura Cap. 3 – 3.29

Evolução recente da participação dos setores no consumo total de energia.38

Fonte: Elaborado a partir de EPE, 2014

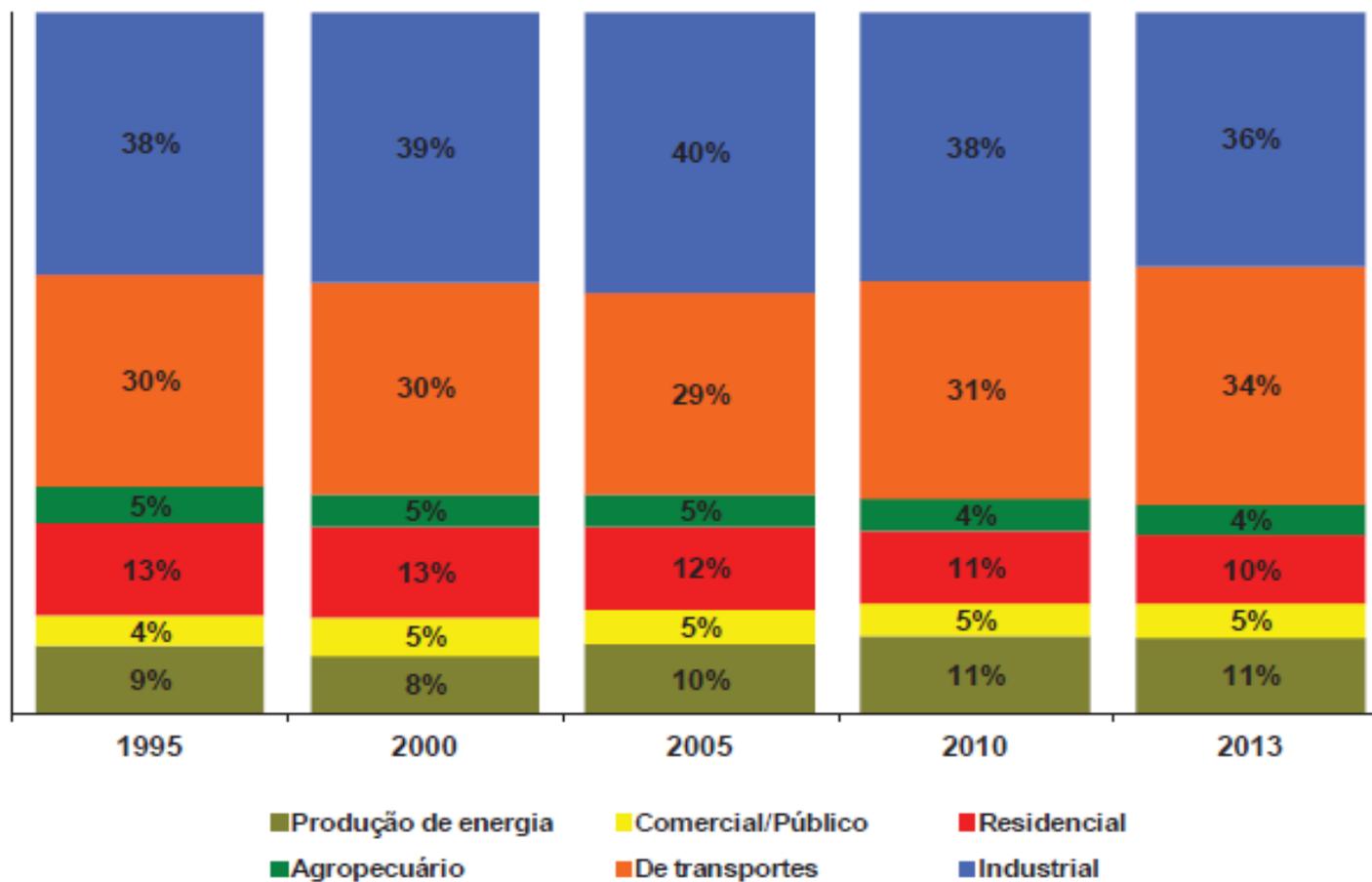
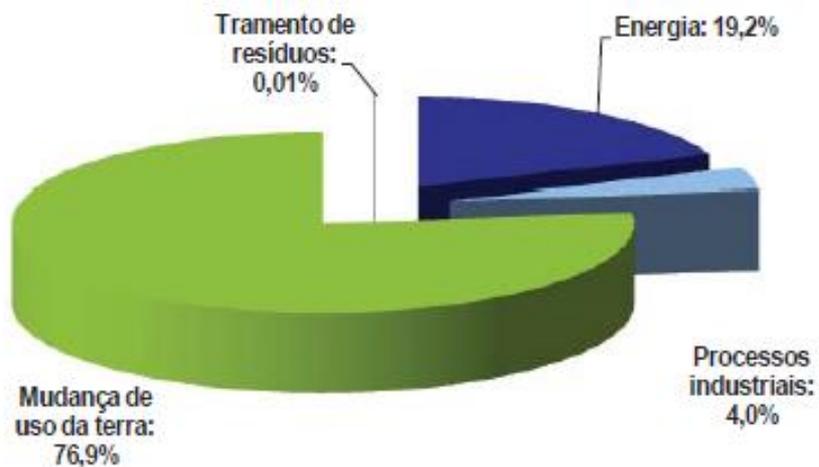


Figura Cap. 3 – 3.30

Contribuição das fontes de emissão às emissões brasileiras de CO₂ e participação da indústria na parcela energia.

Fonte: Brasil, 2010b

EMISSIONES TOTAIS DE CO₂: CONTRIBUIÇÃO POR ORIGEM



CONTRIBUIÇÃO SETORIAL NAS EMISSIONES DE CO₂ DEVIDO AO CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL

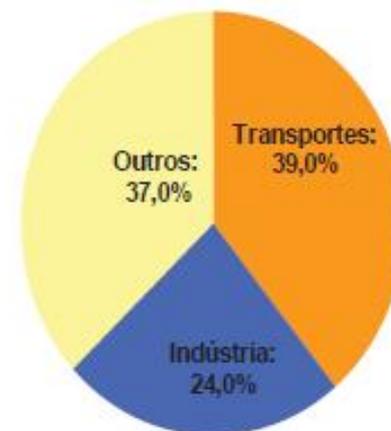


Figura Cap. 3 – 3.31

Participação por uso final na demanda total de energia pela indústria brasileira em 2013.

Fonte: Elaborado a partir de EPE, 2014; MME/ FDTE, 2005

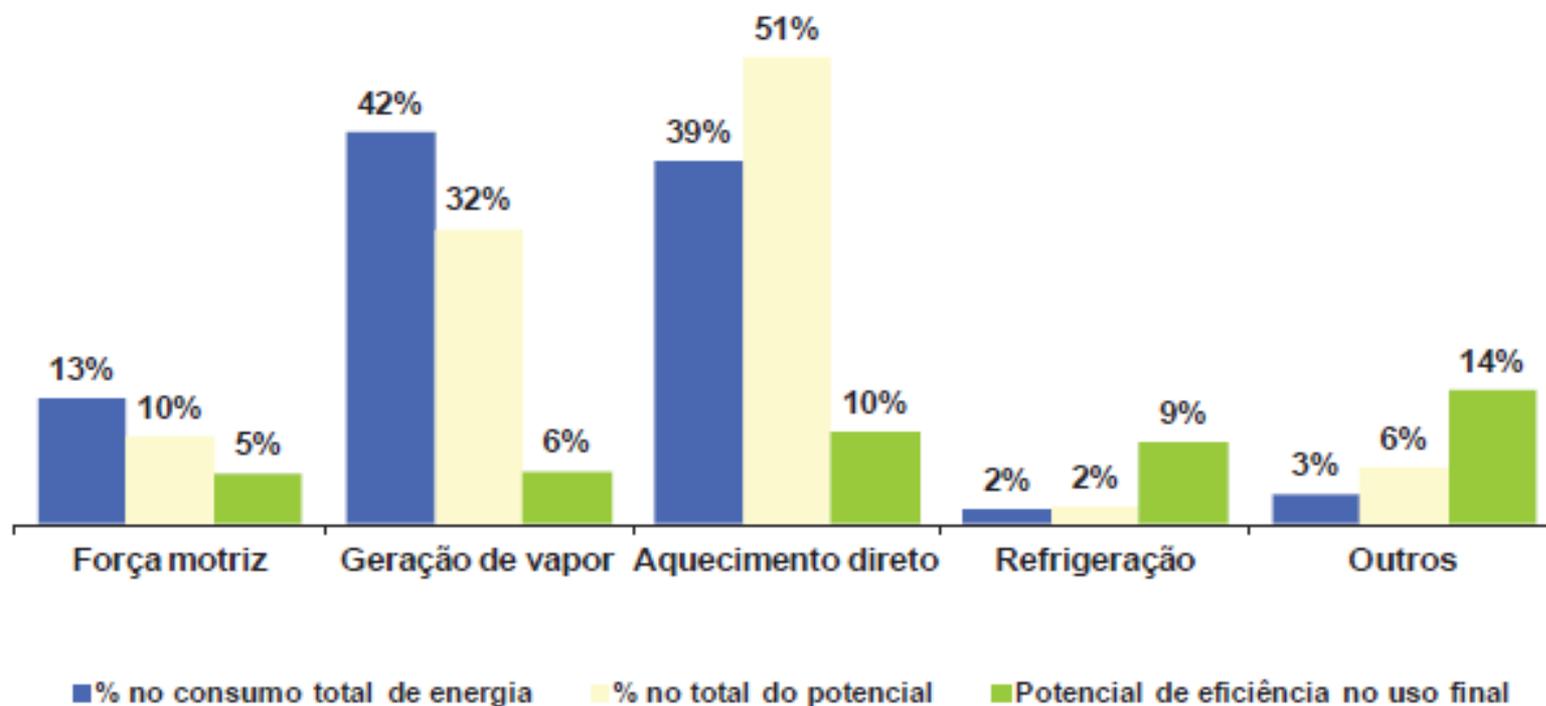


Figura Cap. 3 – 3.32

Perfil de consumo de combustíveis pela indústria brasileira por grau de renovabilidade em 2010.

OBS.: Considera-se 50% como o grau de renovabilidade associado ao consumo de lenha no setor industrial brasileiro, conforme e Henriques Jr., 2010.

Fonte: Elaborado a partir de EPE, 2014; MME/ FDTE, 2005

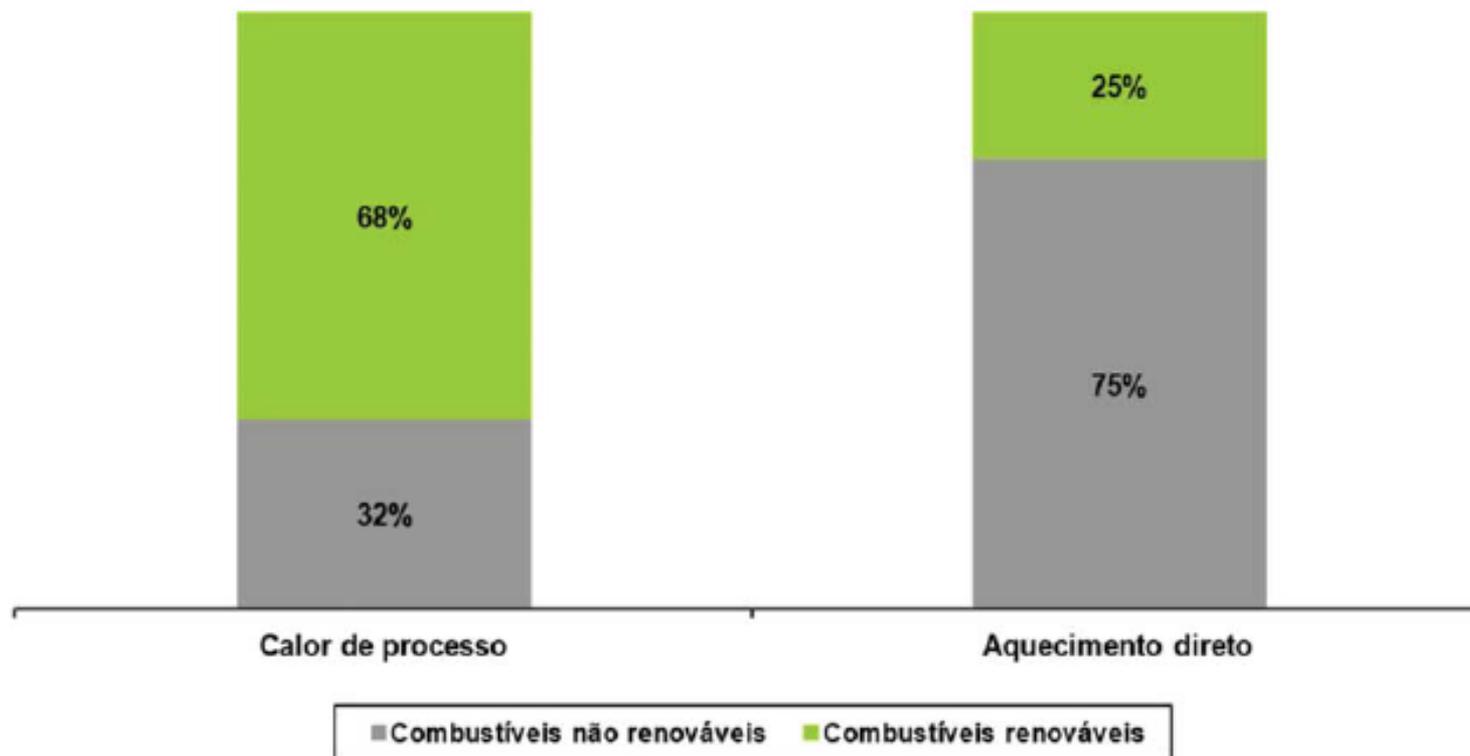


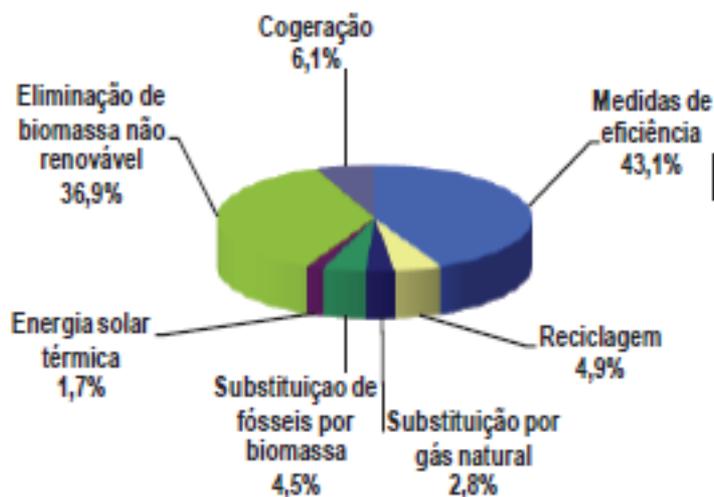
Figura Cap. 3 – 3.33

Contribuição de medidas de abatimento de emissão de CO₂ na indústria brasileira (acumulado entre 2010-2030).

OBS.: Total de abatimento entre 2010-2030: 1.535.844 mil t CO₂

Fonte: Henriques Jr., 2010

% DAS MEDIDAS NO ABATIMENTO DE EMISSÕES



MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: DETALHAMENTO

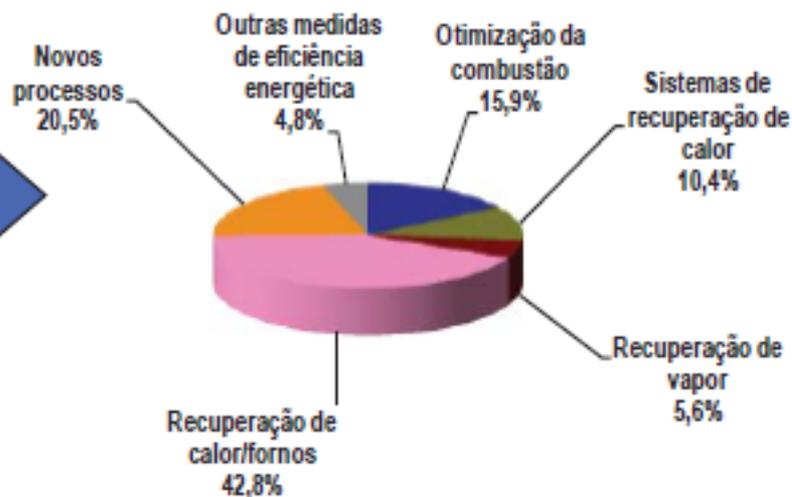


Figura Cap. 3 – 3.34

Contribuição dos segmentos industriais, por medida, para o abatimento acumulado de CO2 de 2010 a 2030.

Fonte: Henriques Jr., 2010

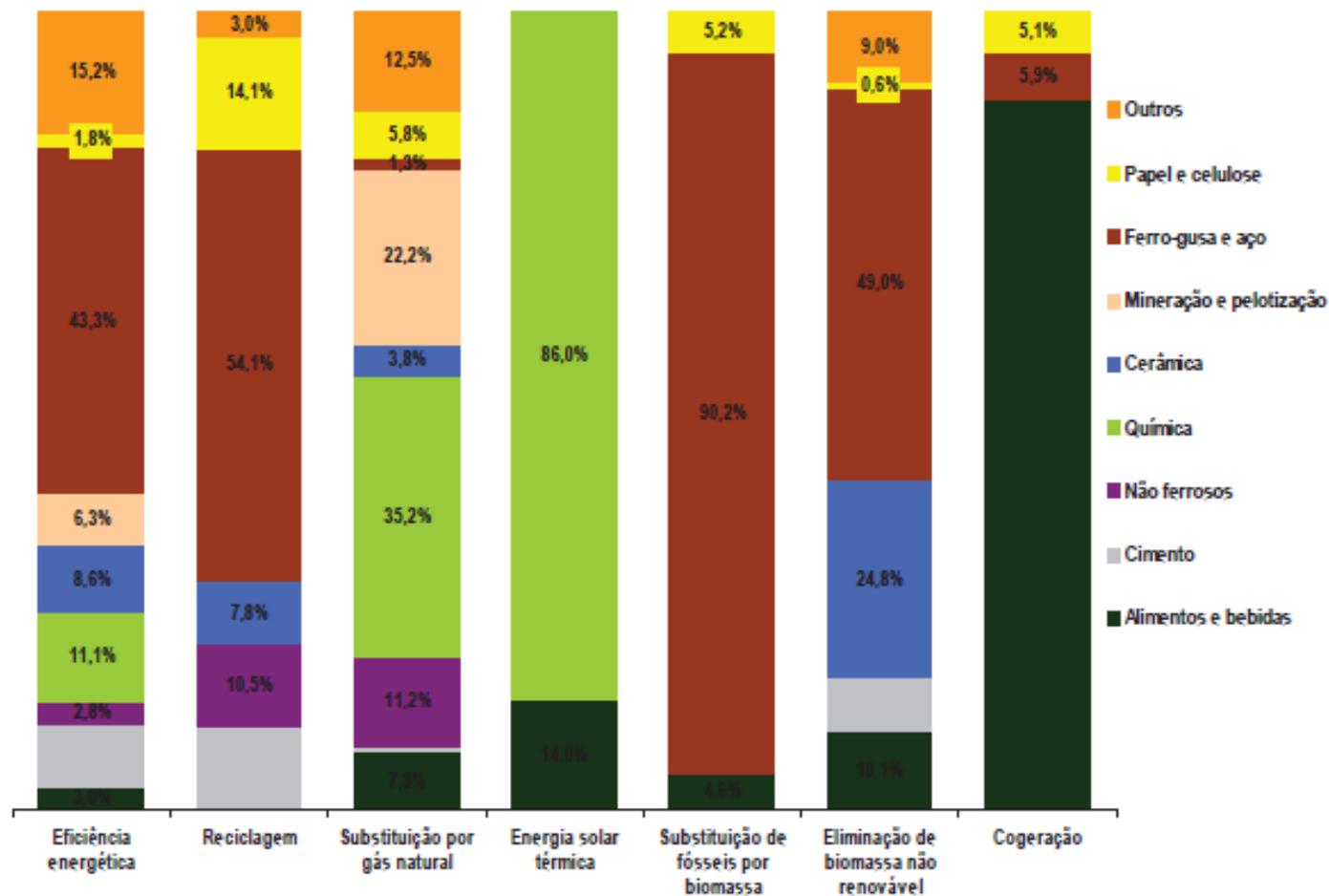


Figura Cap. 3 – 3.35

Percentagem por segmento industrial de contribuição das medidas para abatimento de CO2 acumulado entre 2010 e 2030.

Fonte: Henriques Jr., 2010

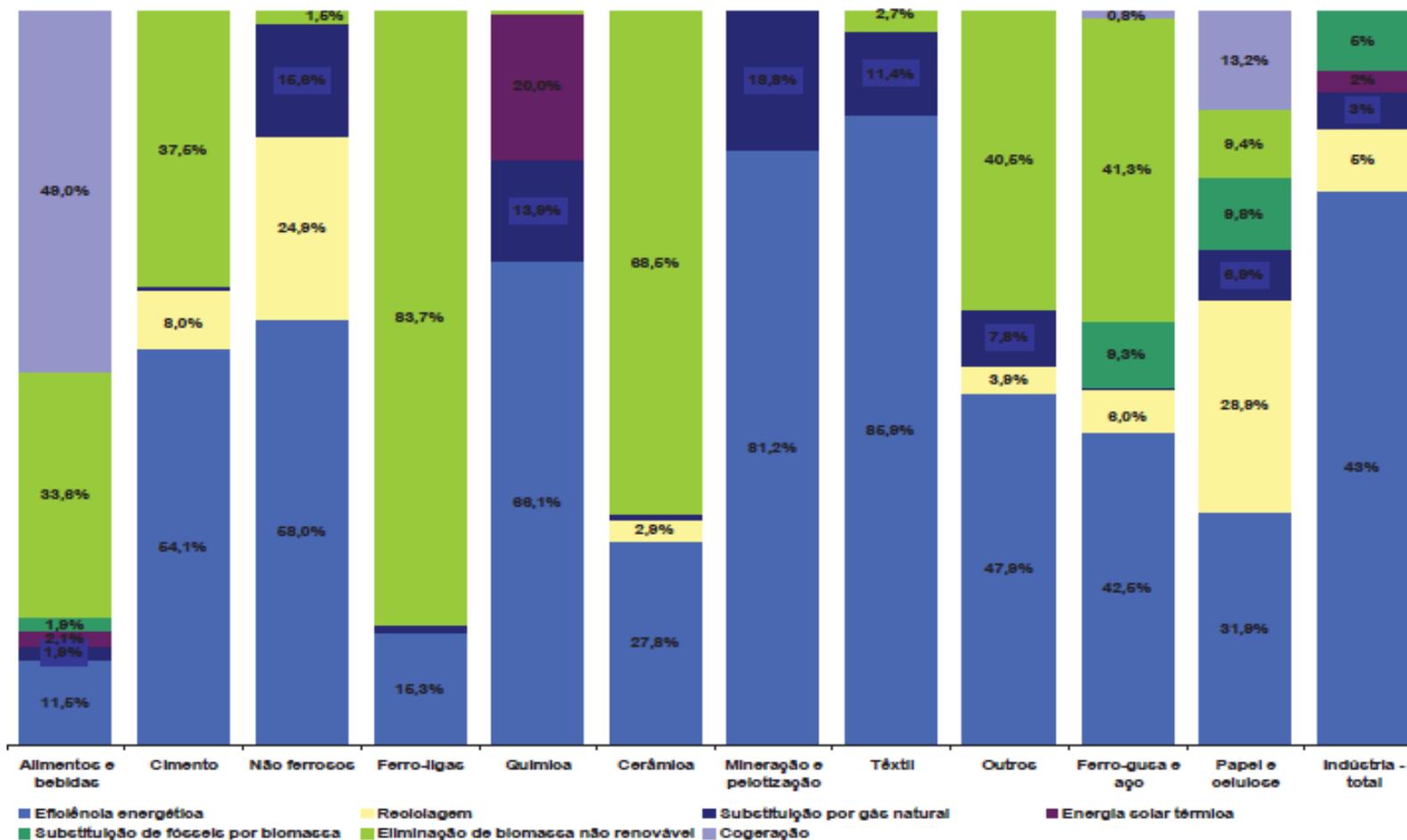


Figura Cap. 3 – 3.36

Custos de abatimento de emissão de CO₂ por medida.

OBS.: Considera taxa de desconto = 8% ao ano

Fonte: Henriques Jr., 2010

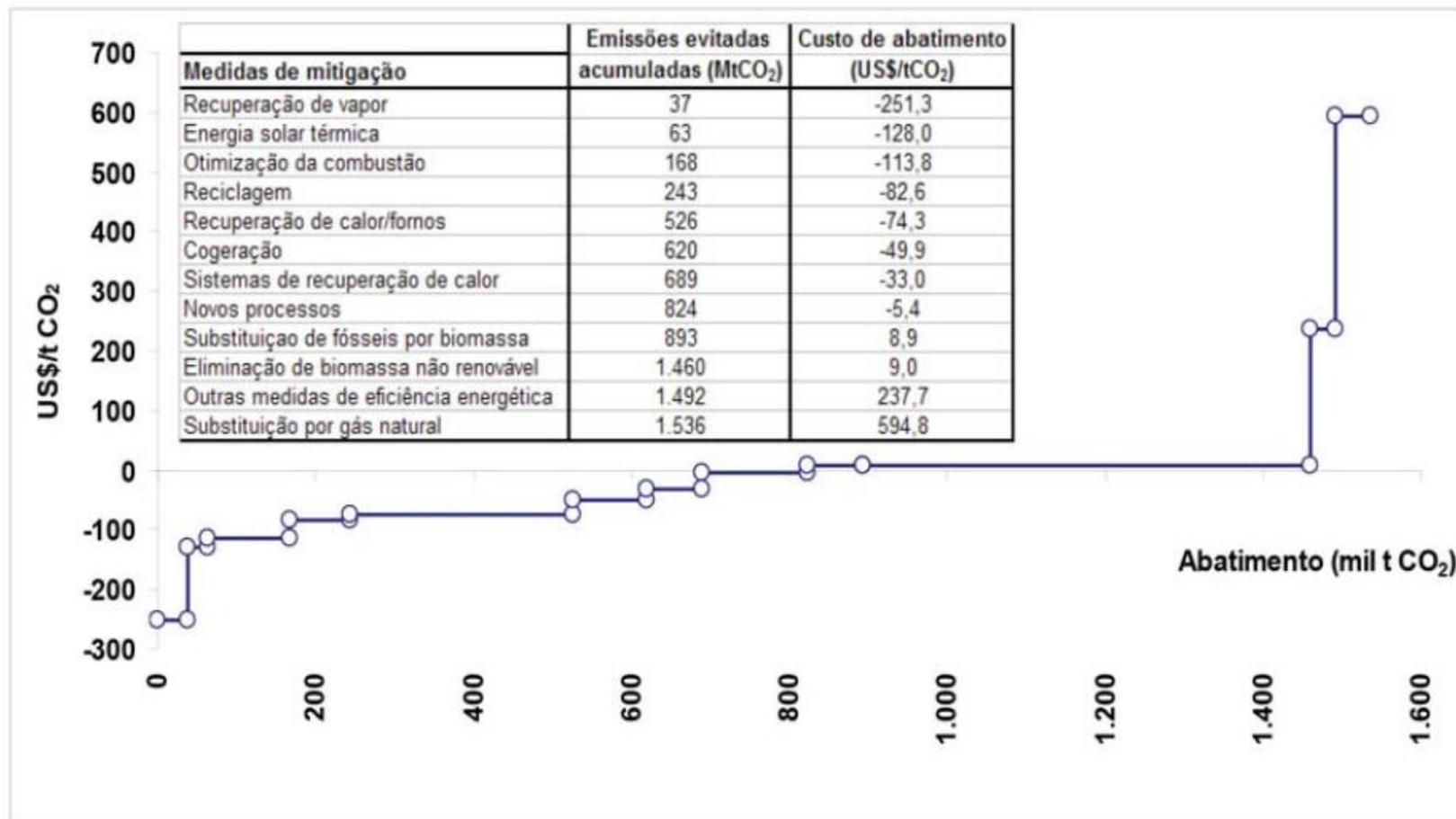


Figura Cap. 3 – 3.37

Produção bruta do agronegócio brasileiro e sua participação no PIB nacional de 1994 a 2010 e participação dos segmentos dos setores agrícola e pecuário no PIB do agronegócio.

Fonte: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (CEPEA), 2011

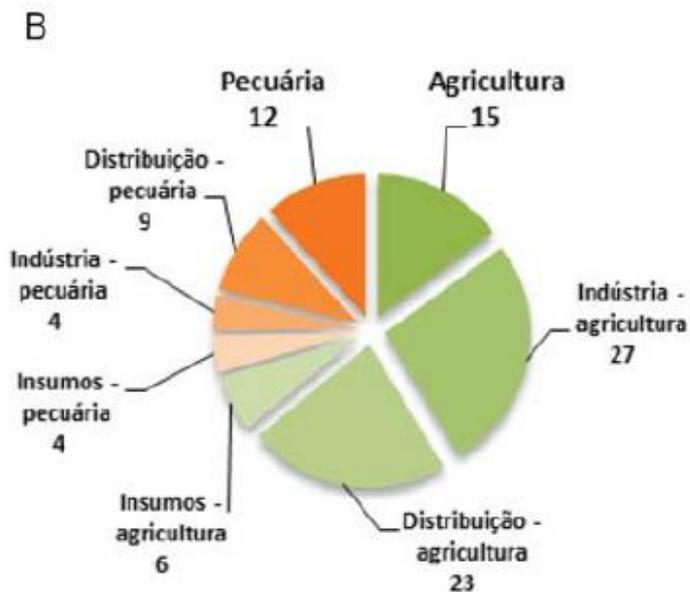
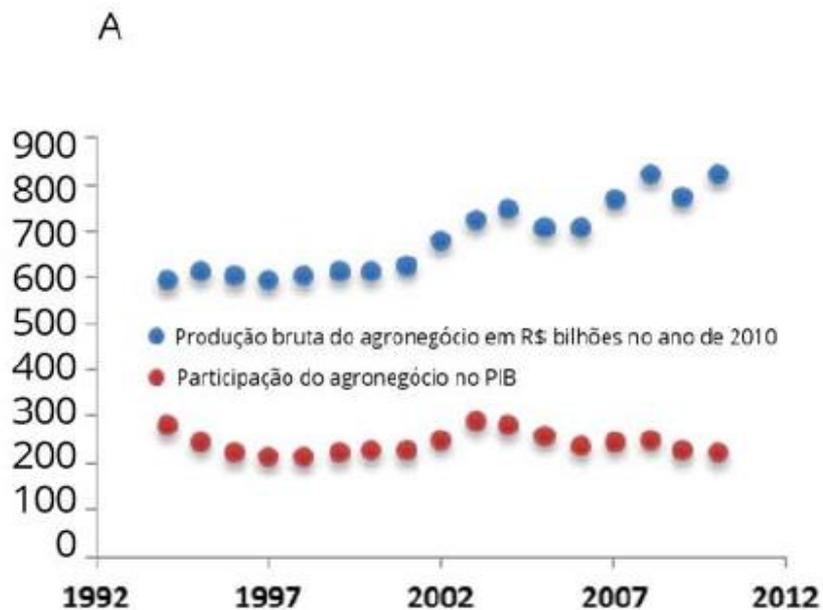


Figura Cap. 3 – 3.38

Produção e área plantada com grãos de 1990 a 2011 (A), e razão entre a quantidade de grãos produzida e o número de habitantes do Brasil no período de 1990 a 2010 (B).

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012) e IBGE (IBGE, 2011c)

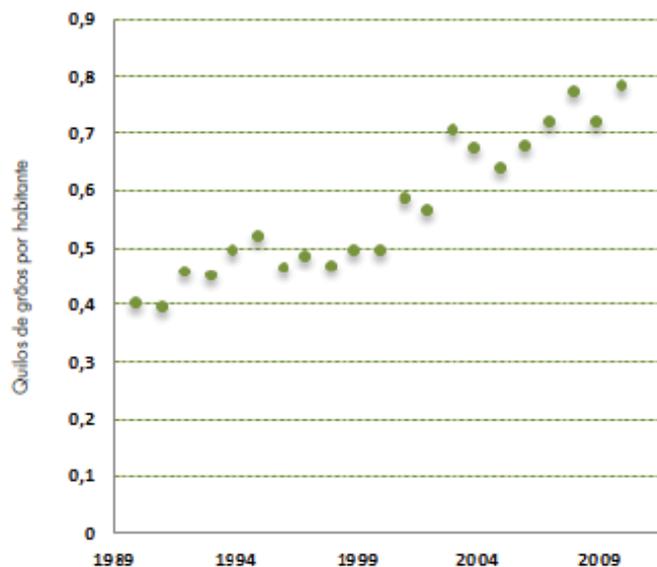
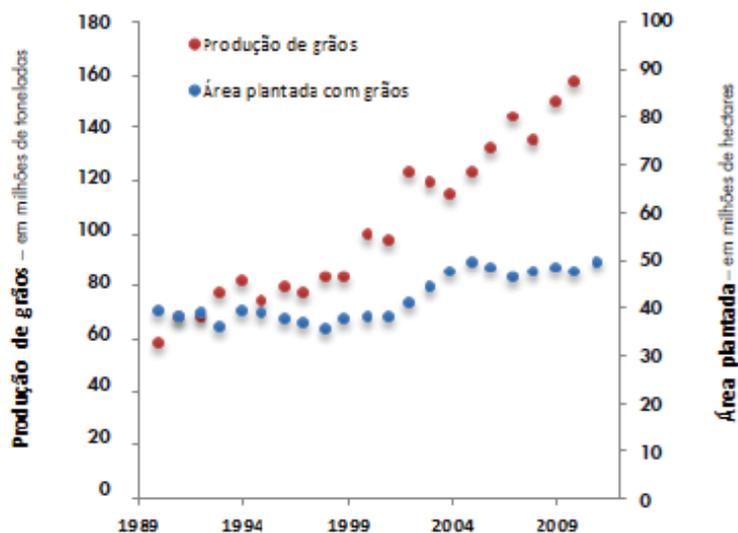


Figura Cap. 3 – 3.39

Hectares de área plantada com soja e milho no Brasil em 2009 (A) e com cana-de-açúcar (B).

Fonte: Pesquisa Agropecuária Municipal do IBGE, 2011c

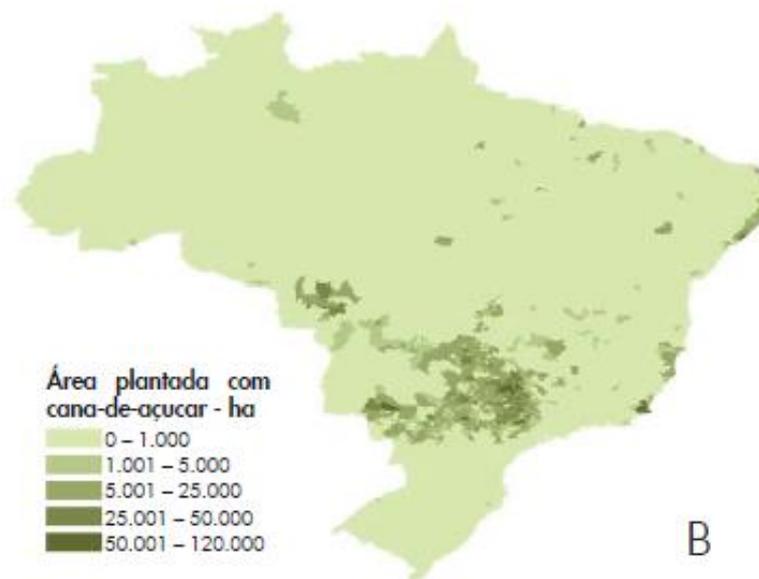
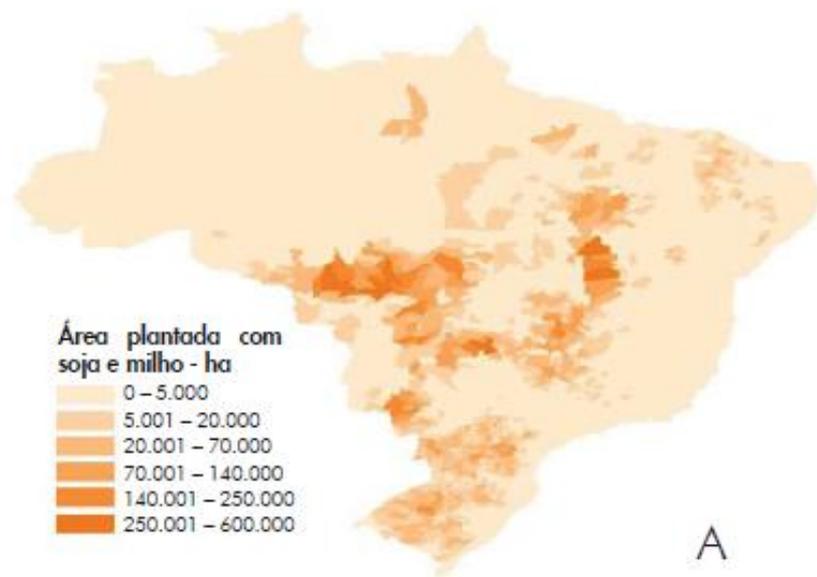


Figura Cap. 3 – 3.40

Variações da área plantada e do volume de produção em 2009 vis-à-vis 1994.

Fonte: IBGE ,2011a

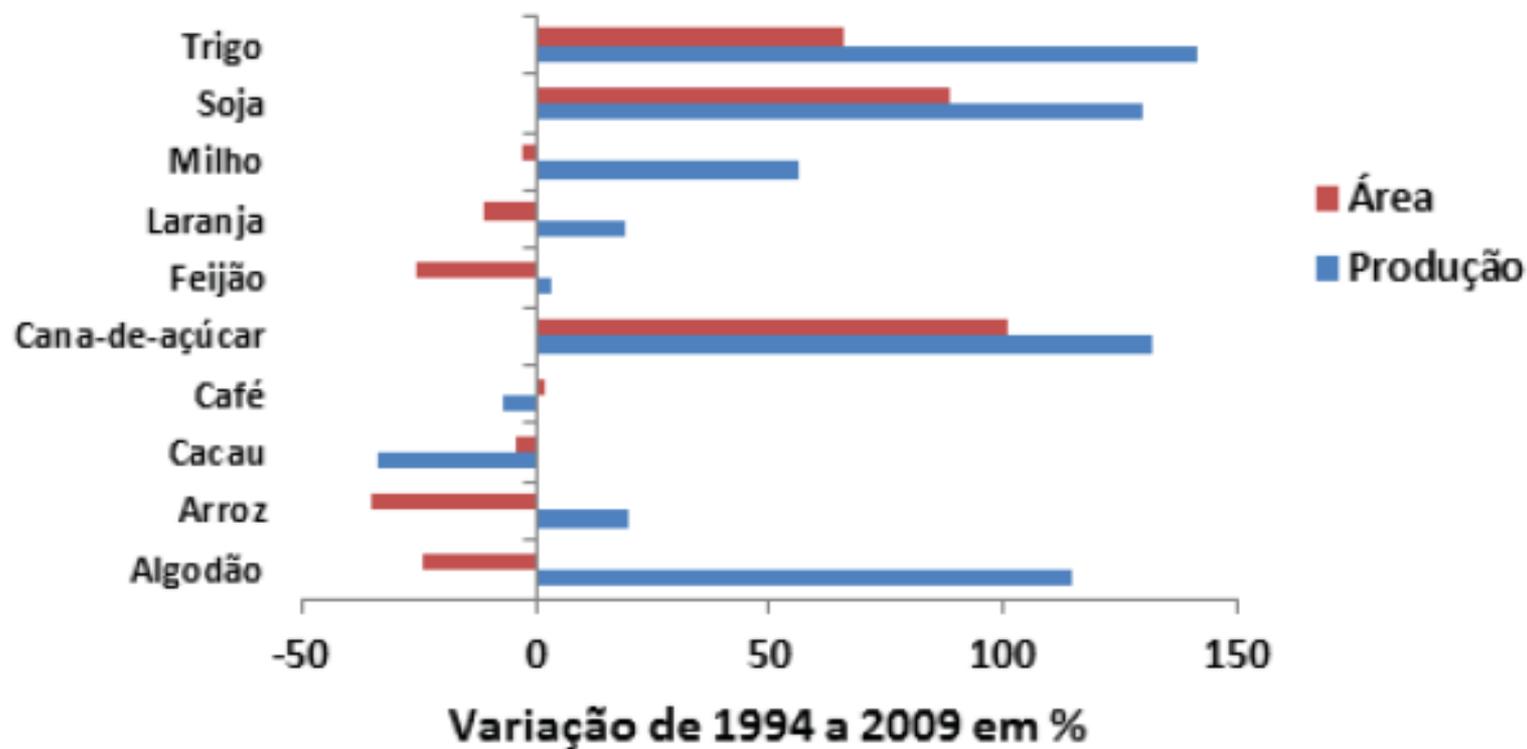


Figura Cap. 3 – 3.41

Emissões de CO₂, CH₄ e N₂O equivalentes em milhões de toneladas de CO₂ pela agropecuária brasileira em 1990, 1994, 2000 e 2005. Estimativas de equivalência de CH₄ e N₂O em CO₂ baseadas, respectivamente, em potenciais de aquecimento global (PAG) iguais a 21 e 310 (IPCC, 1996).

Fonte: Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE, Brasil, 2010b; Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1996

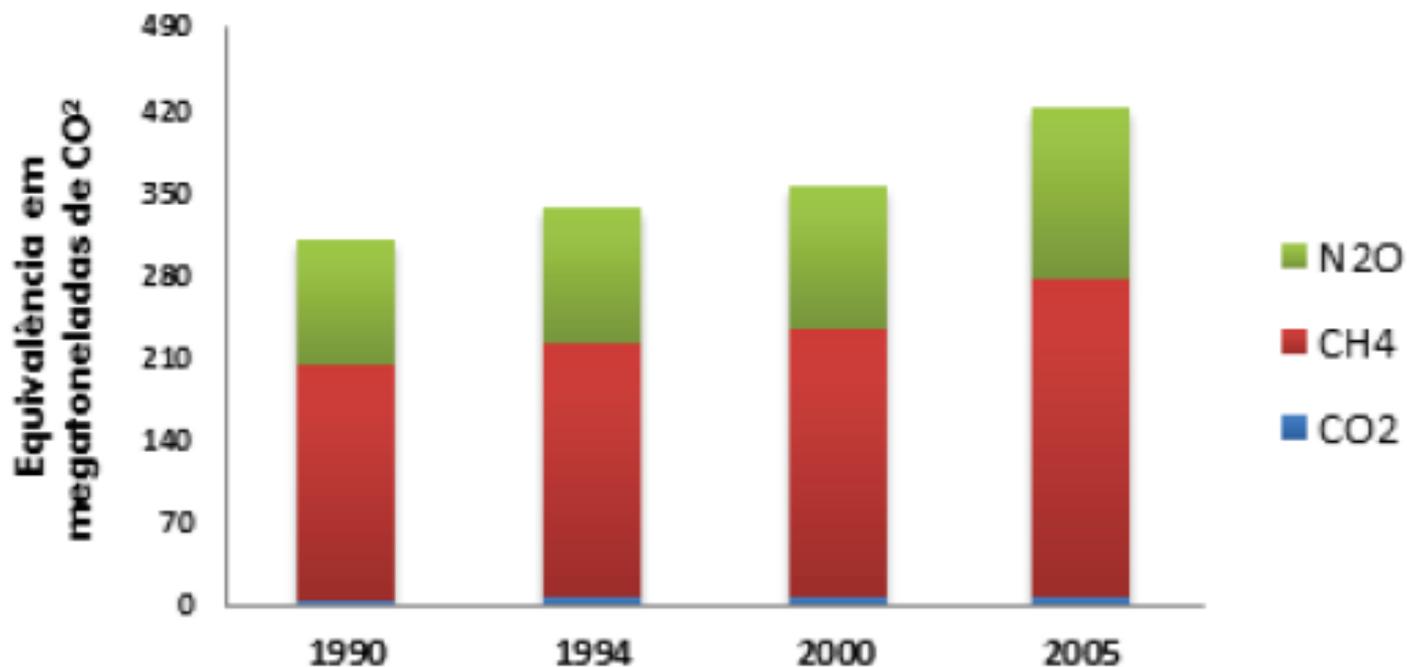


Figura Cap. 3 – 3.42

Contribuição da agropecuária para o volume de emissões nacionais de CH₄ (A) e N₂O (B), e dos seus segmentos no total emitido pelo setor em 2005.

Fonte: MCT, 2010

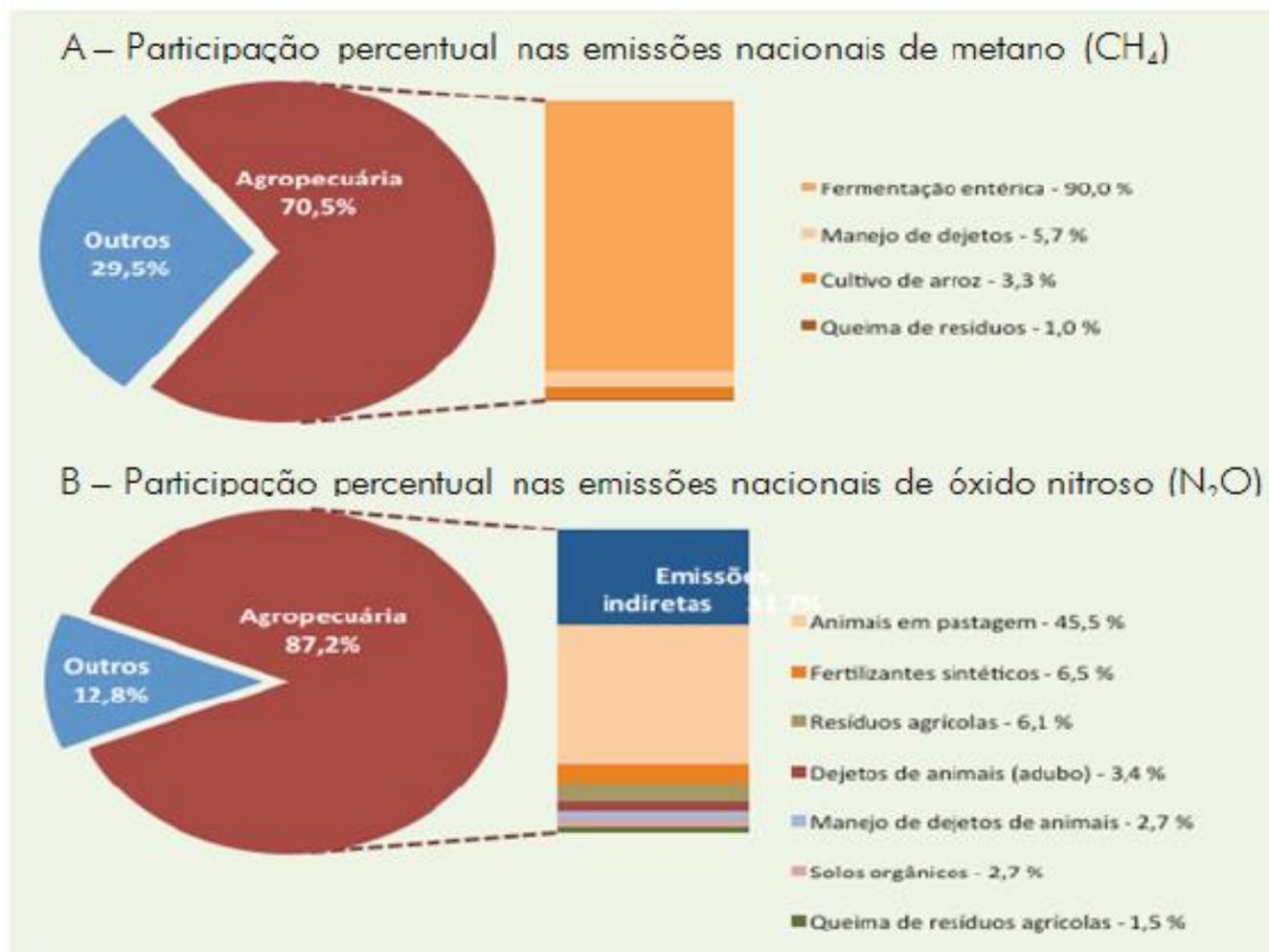


Figura Cap. 3 – 3.43

Contribuição da queima de palha, das emissões de N₂O no solo pelo uso de fertilizantes e outras fontes sobre as emissões totais de GEE na etapa de produção da cana-de-açúcar no Brasil.

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes às obras citadas

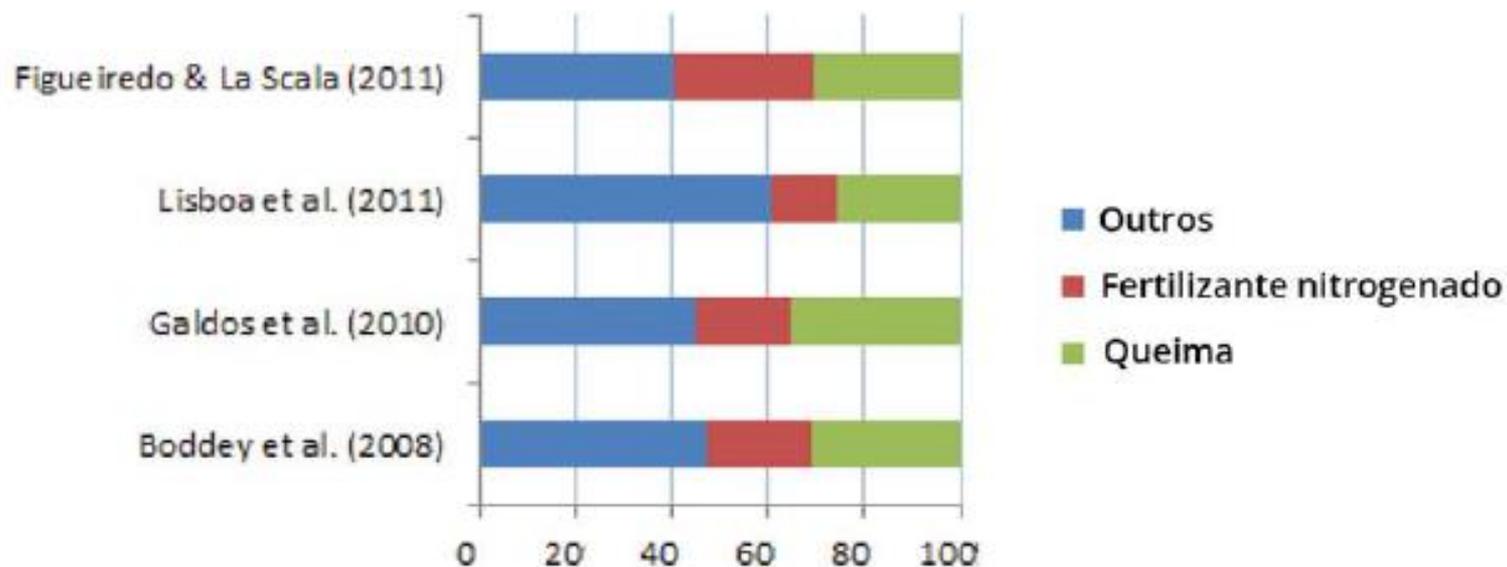


Figura Cap. 3 – 3.44

Estoques de carbono em solos cultivados por plantio direto e convencional.

Notas: * Sucessão de culturas no Cerrado ** Rotação de culturas no Cerrado *** Sucessão de culturas no Sul **** Rotação de culturas no Sul.

Fonte: dados coletados na literatura científica e inclusos na Tabela 3.35 exibida neste subcapítulo

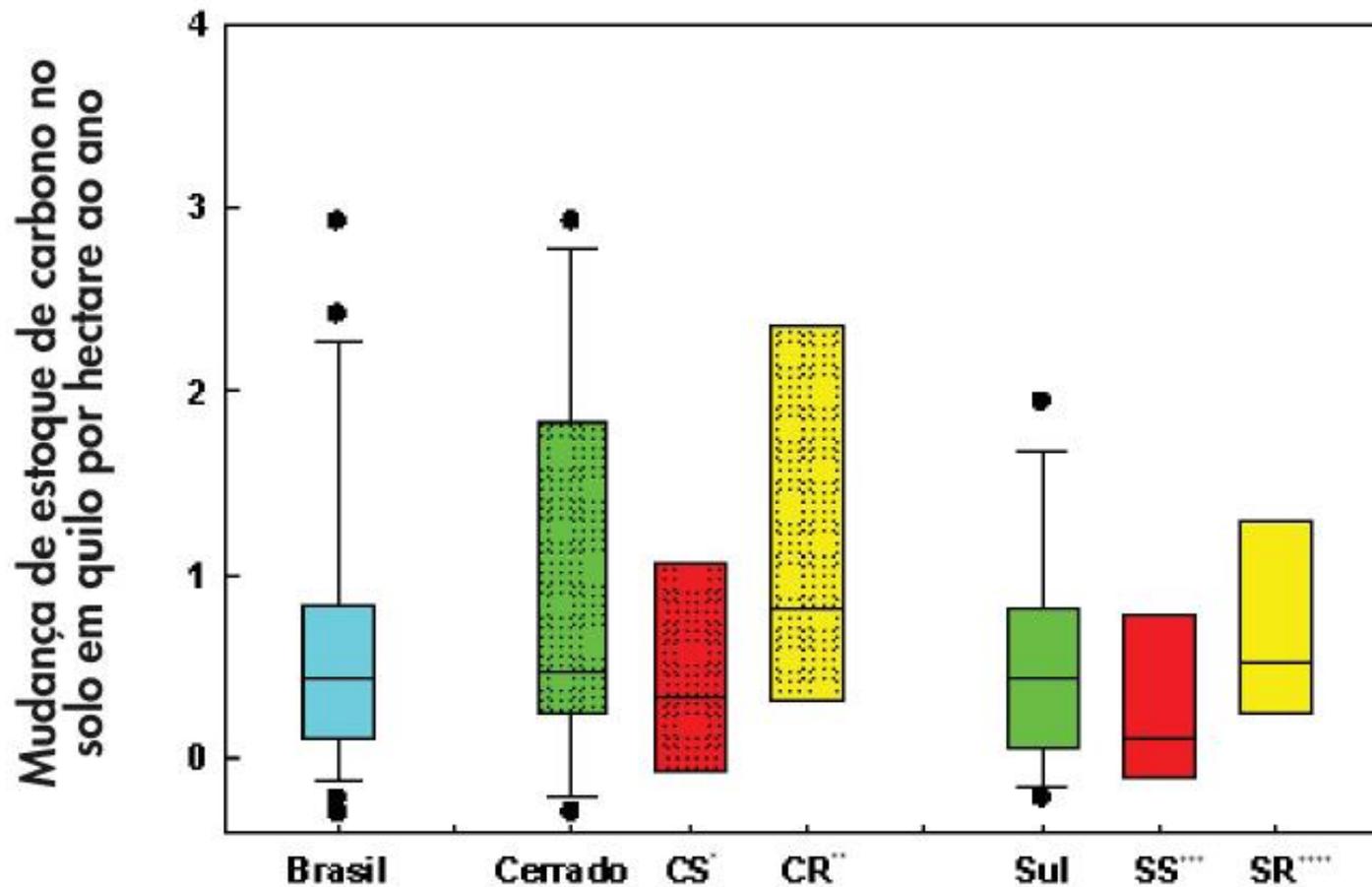


Figura Cap. 3 – 3.45

O painel da esquerda exibe a localização dos biomas brasileiros – de acordo com a classificação do IBGE. Os painéis ao centro e à direita mostram um mosaico de imagens de satélite adquiridas em 2012 – geradas pelo sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), correspondentes a fevereiro – mês da estação chuvosa – e julho – mês da estação seca –, respectivamente. Observa-se no mosaico central, vegetação mais vigorosa – em graduação de tons de verde –, devido à época das chuvas; enquanto que no mosaico à direita, representando a estação seca, se pode perceber vegetação menos vigorosa e solo exposto, ambos mais evidentes no Cerrado e nas áreas de lavoura do Centro-Oeste e do Sul do Brasil.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e MODIS, 2012

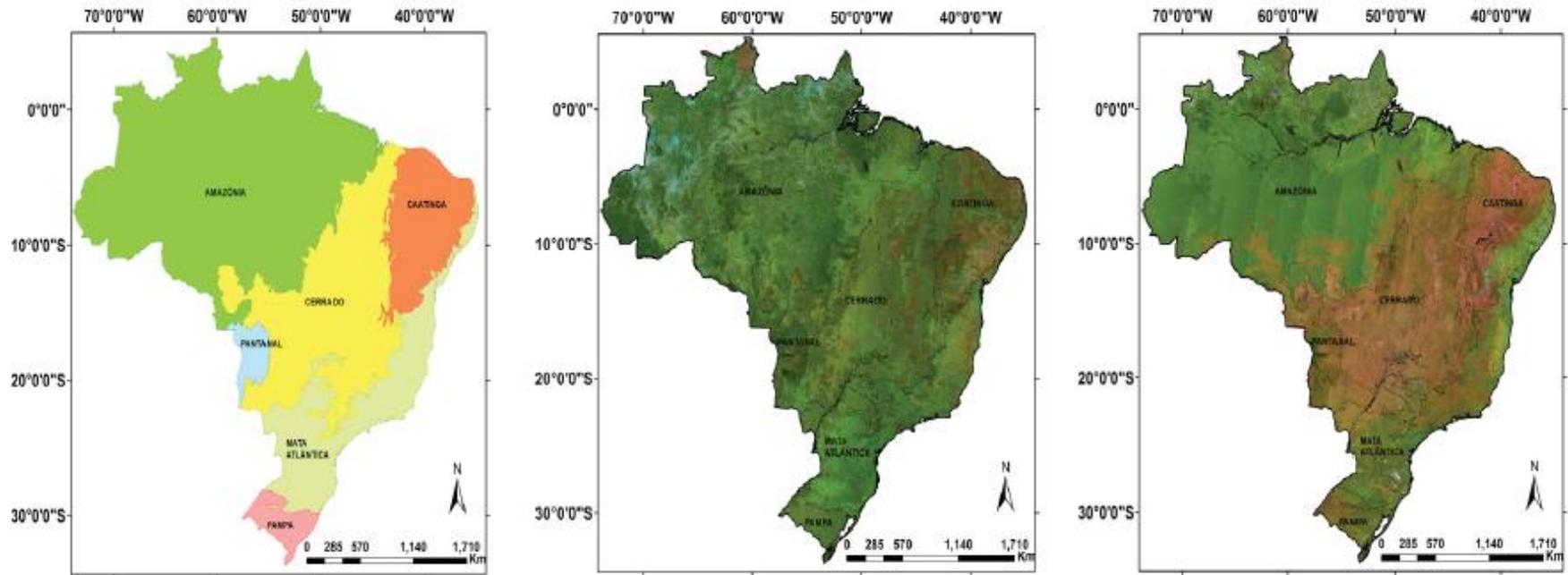


Figura Cap. 3 – 3.46

A Amazônia em três dimensões: limites internacionais da Amazônia Legal e da floresta remanescente em 2010.

Fonte: Eva e Huber, 2005 e INPE, 2012 (Adaptado por Anderson, L.)

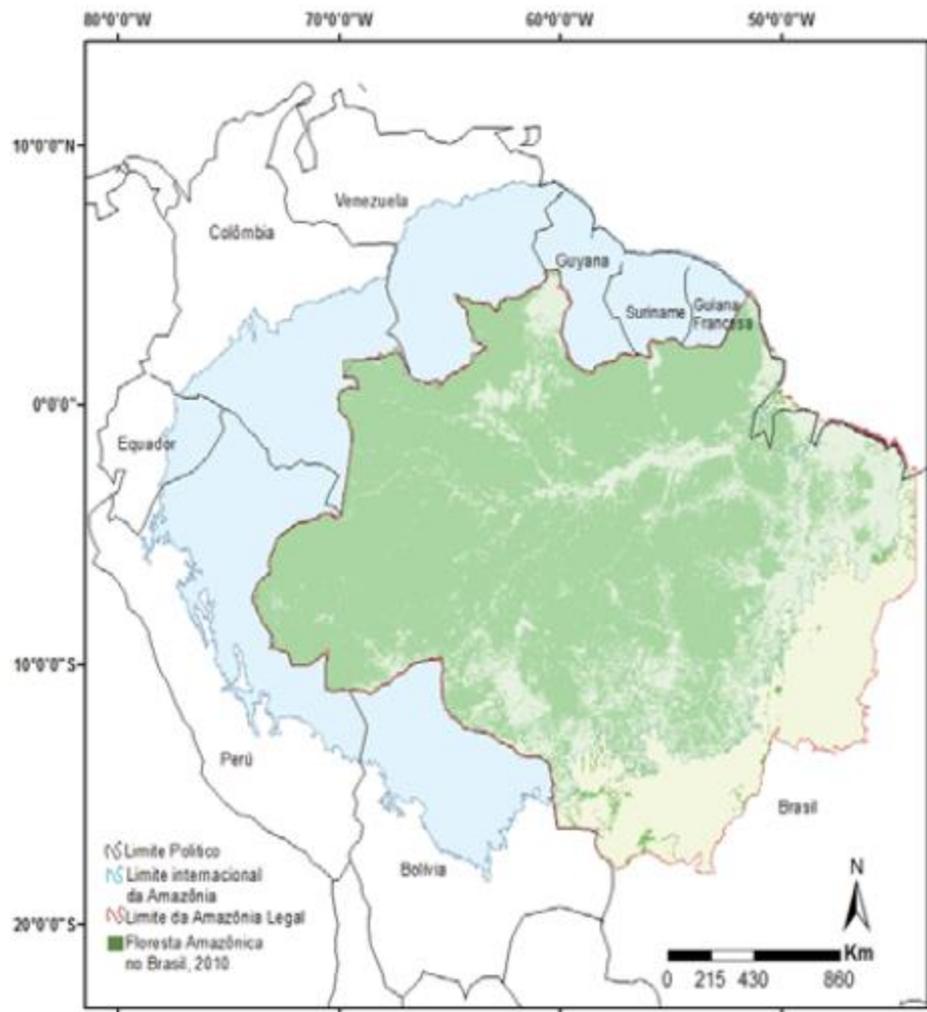


Figura Cap. 3 – 3.47

Taxas anuais de desmatamento para a Amazônia Legal entre 1988 e 2012.

Fonte: INPE ,2012

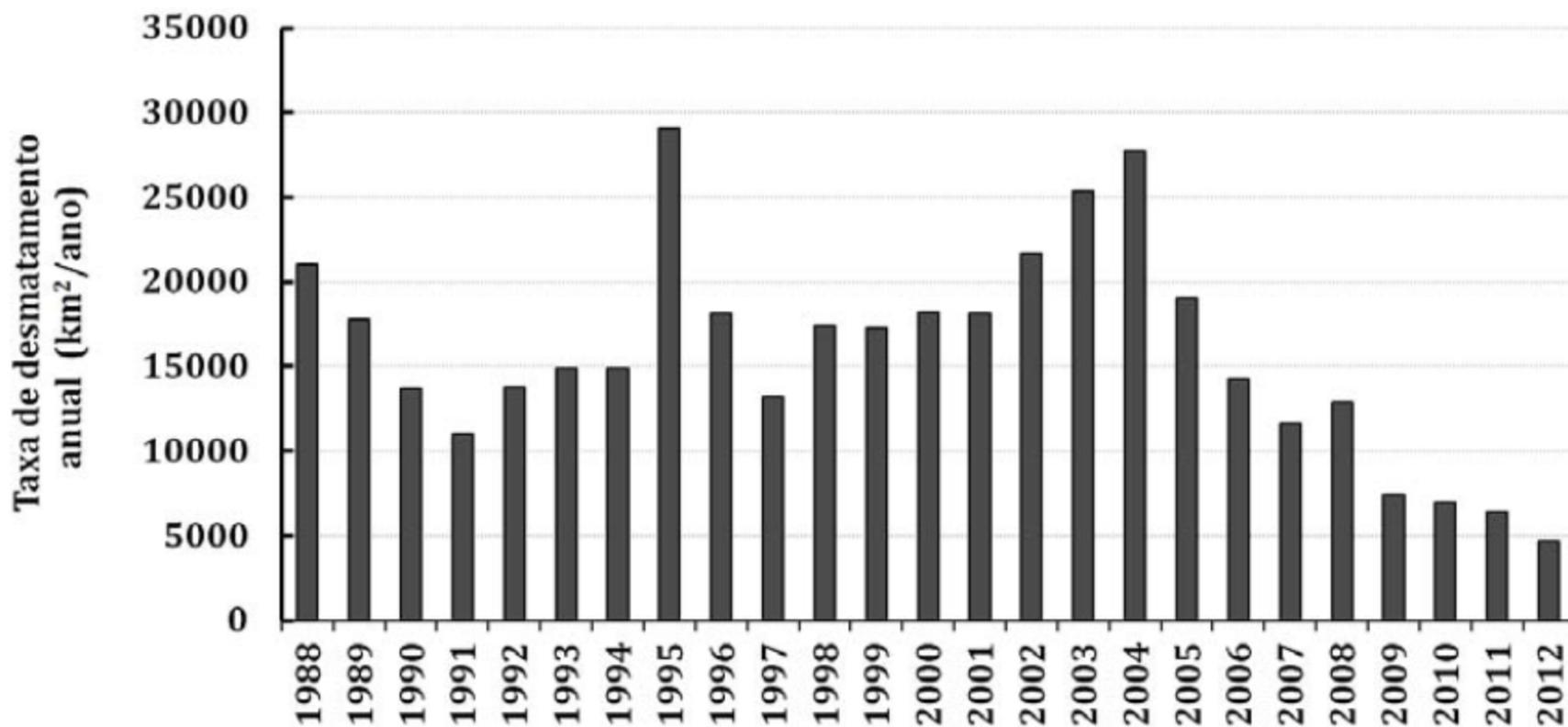


Figura Cap. 3 – 3.48

Localização do Cerrado no Brasil, com respectiva representação do gradiente vegetacional (mosaico de imagens do sensor MODIS referente a julho de 2012, composição R/G/B, utilizando as bandas Infravermelho (IV) médio/ IV próximo/ Vermelho), com uma equivalência ao gradiente de biomassa aérea na estação seca.

Fonte: Adaptado por Ferreira M.

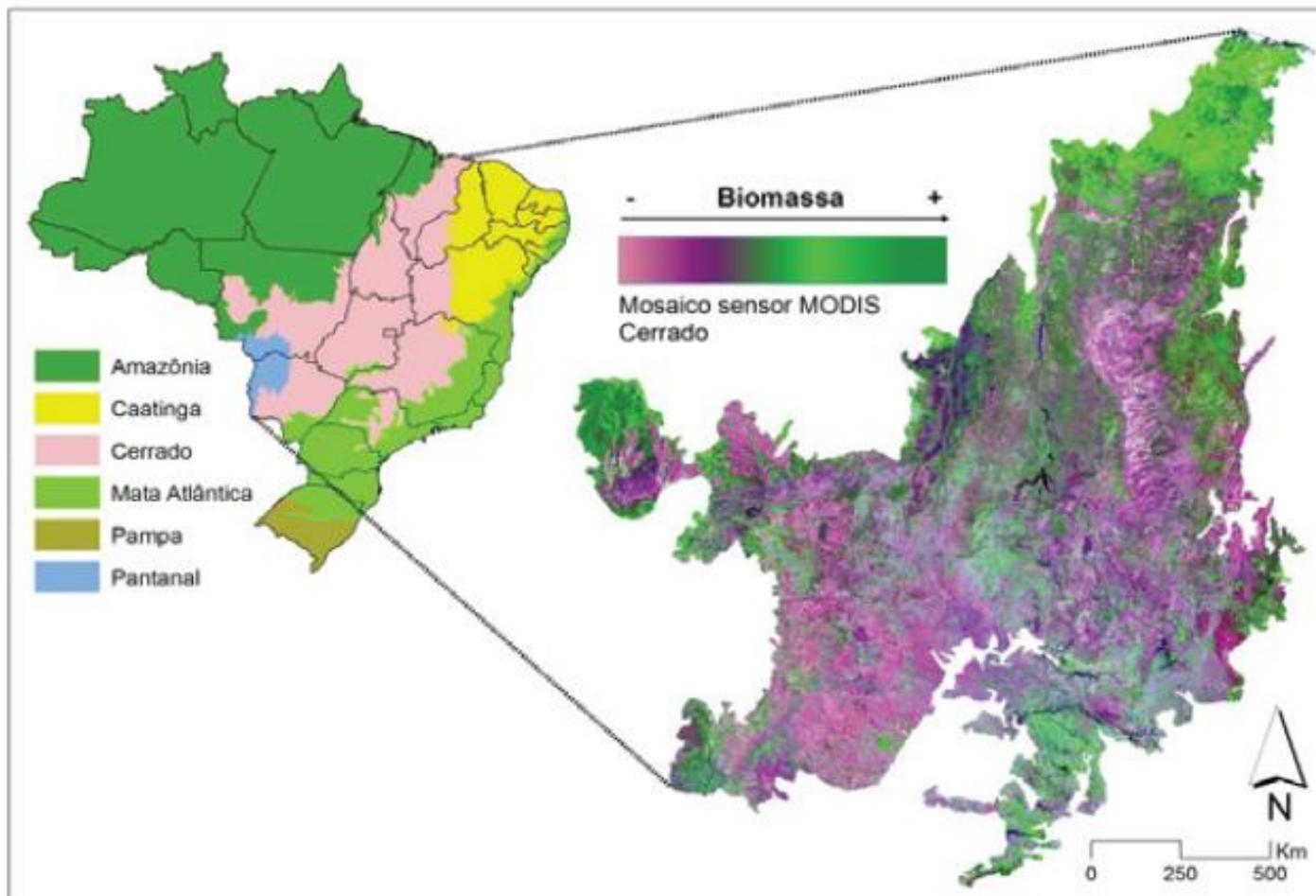


Figura Cap. 3 – 3.48

Varição sazonal do Cerrado, com equivalente índice de vegetação, durante um ciclo anual de precipitação (mosaicos de imagens do sensor MODIS referentes ao período 2011/2012).

Fonte: Adaptado por Ferreira M.

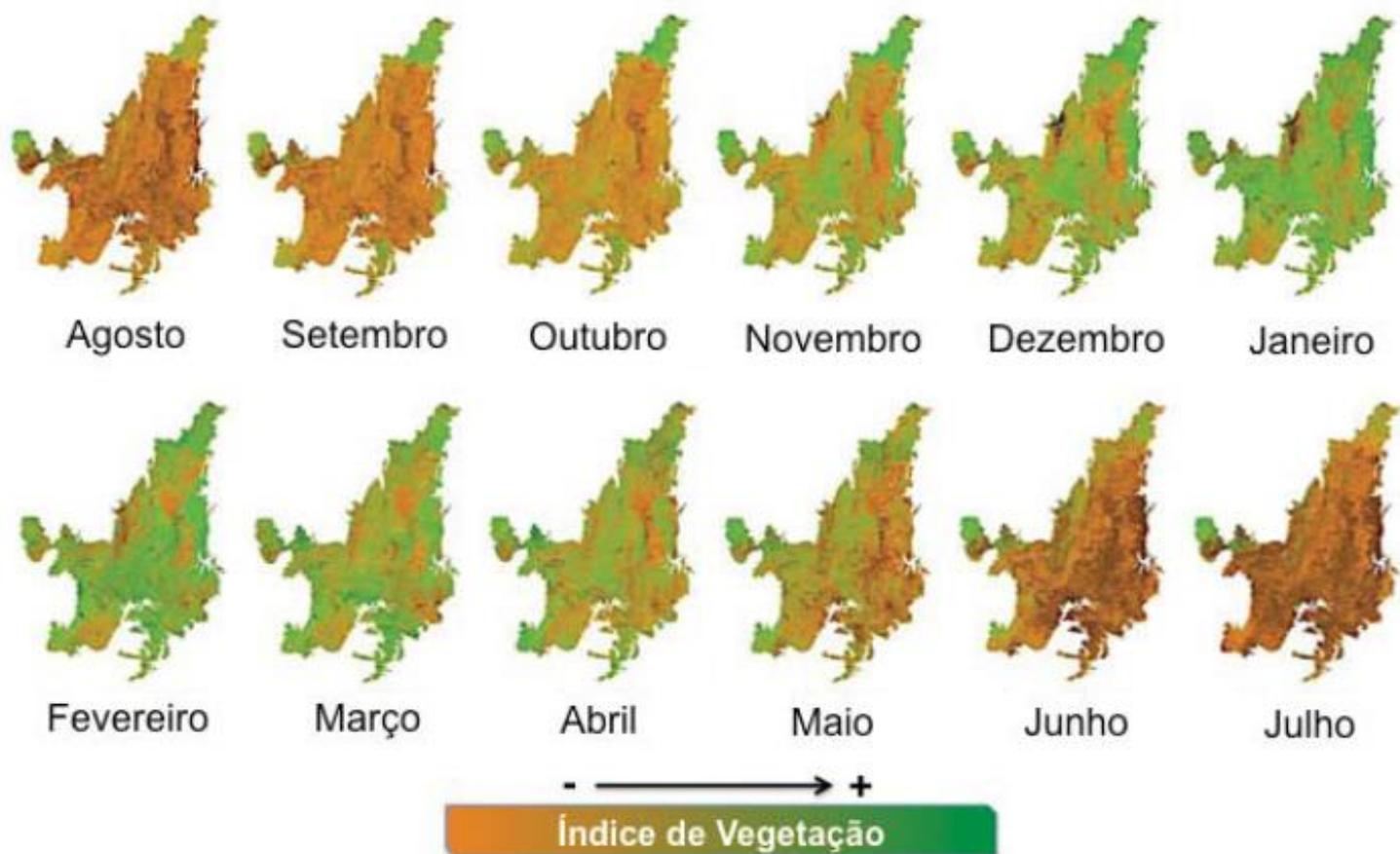


Figura Cap. 3 – 3.50

Distribuição dos alertas de desmatamentos no Cerrado.

OBS.: Dados do SIAD de 2003 a 2007 em função de: (A) distância de rodovias – até 10 km – e, (B) distância de áreas previamente convertidas – até 10 km.

Fonte: Ferreira, 2009

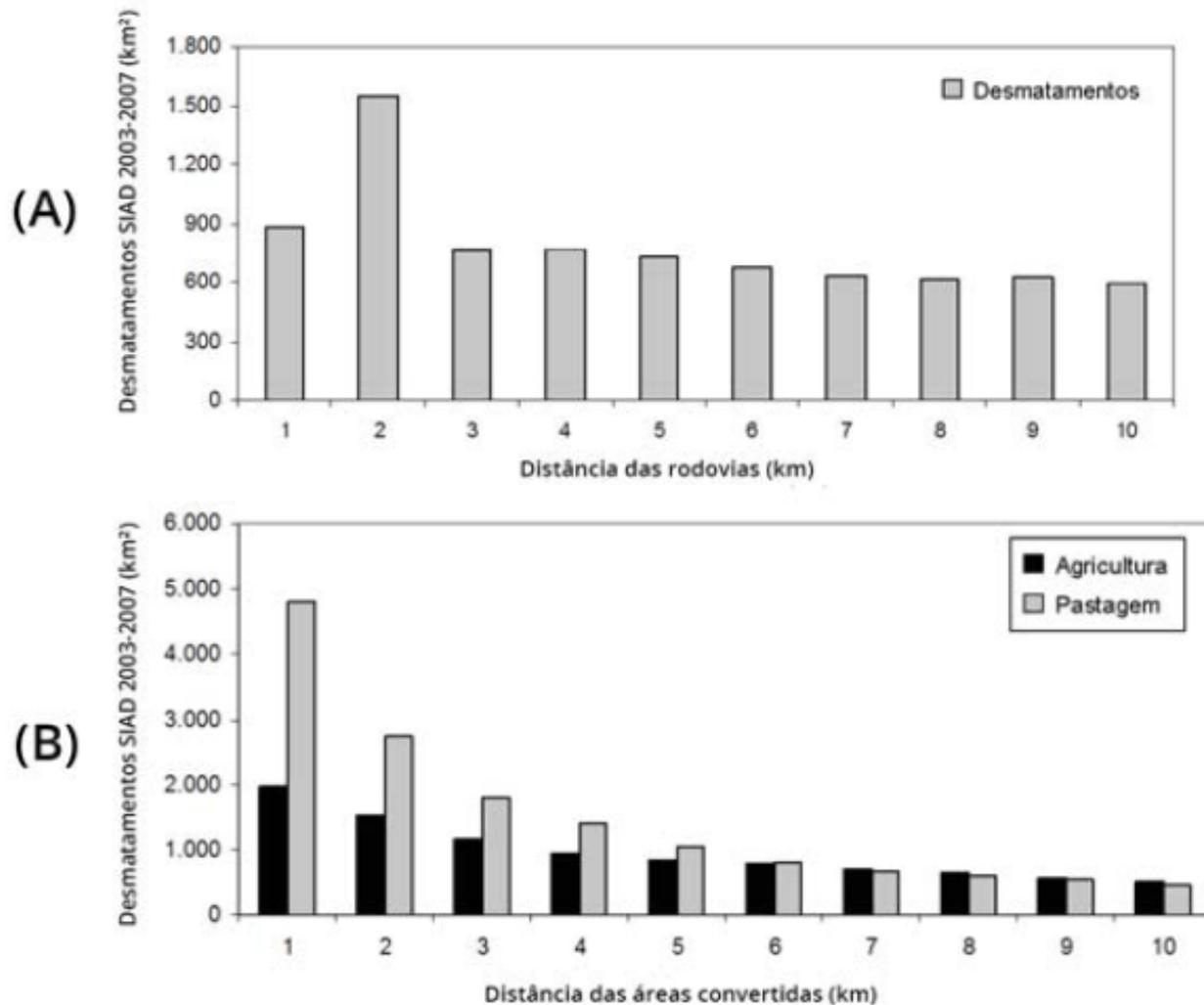


Figura Cap. 3 – 3.51

Evolução dos desmatamentos no bioma Cerrado, entre os anos 2003 e 2012.

Fonte: LAPIG, 2012

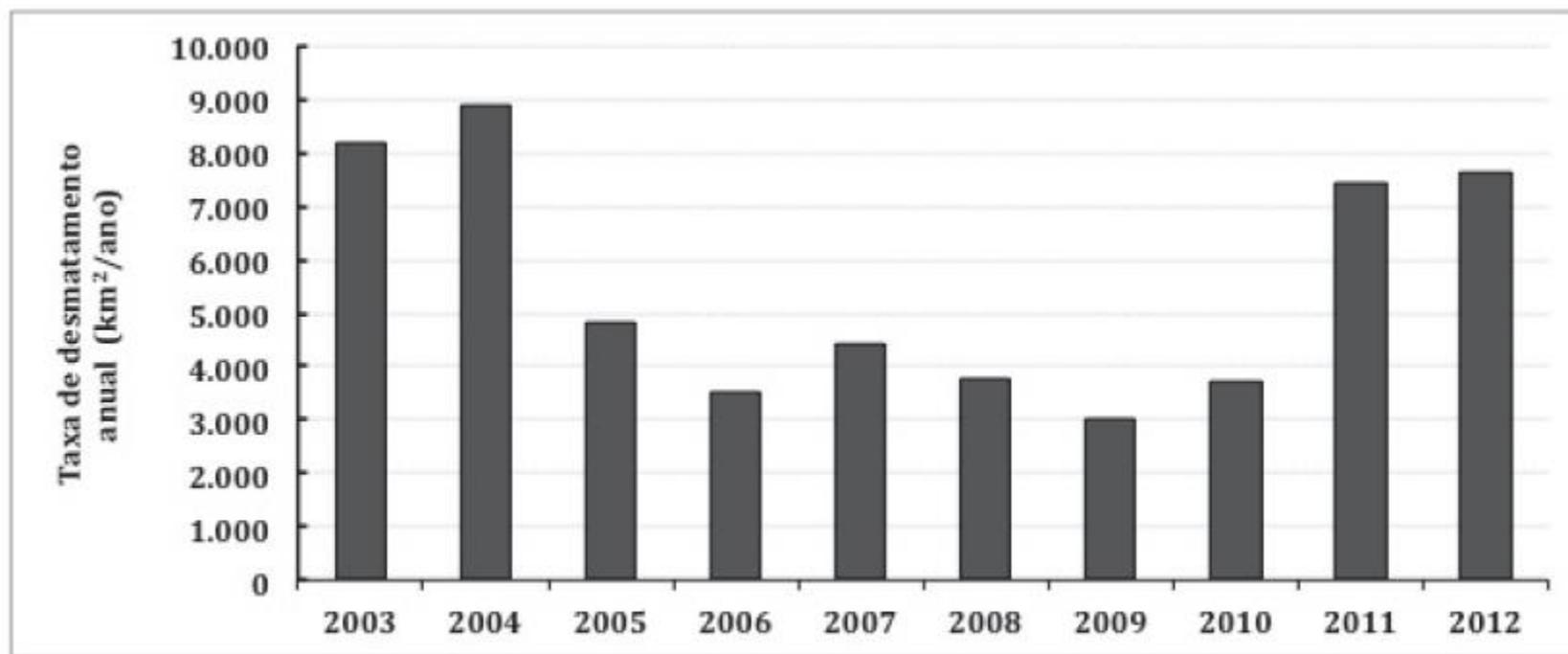


Figura Cap. 3 – 3.52

Localização da Bacia do Alto Rio Paraguai (BAP) no Brasil, Bolívia e Paraguai, na América do Sul e o limite do Pantanal.

Fonte: Elaboração do próprio autor

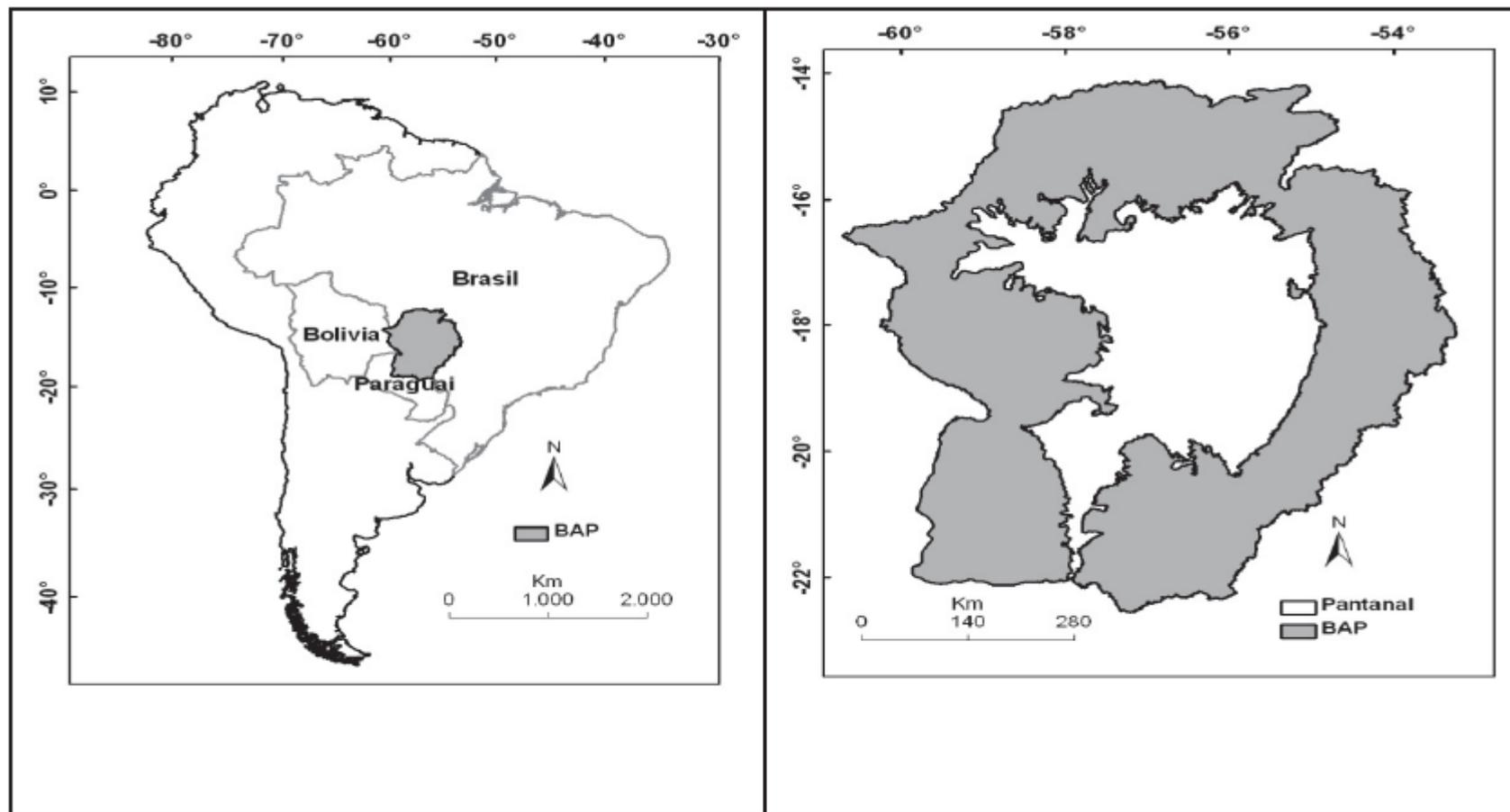


Figura Cap. 3 – 3.53

Imagens de satélite do sensor MODIS, composição em cores RGB Infravermelho Médio/ Infravermelho Próximo/Vermelho, ilustrando a Sub-Bacia do Alto Paraguai (BAP).

OBS.: A linha amarela denota o limite do bioma Pantanal em dois momentos: março de 2008, período de inundação, e junho de 2008, período de seca.

Fonte: Padovani et al., 2011

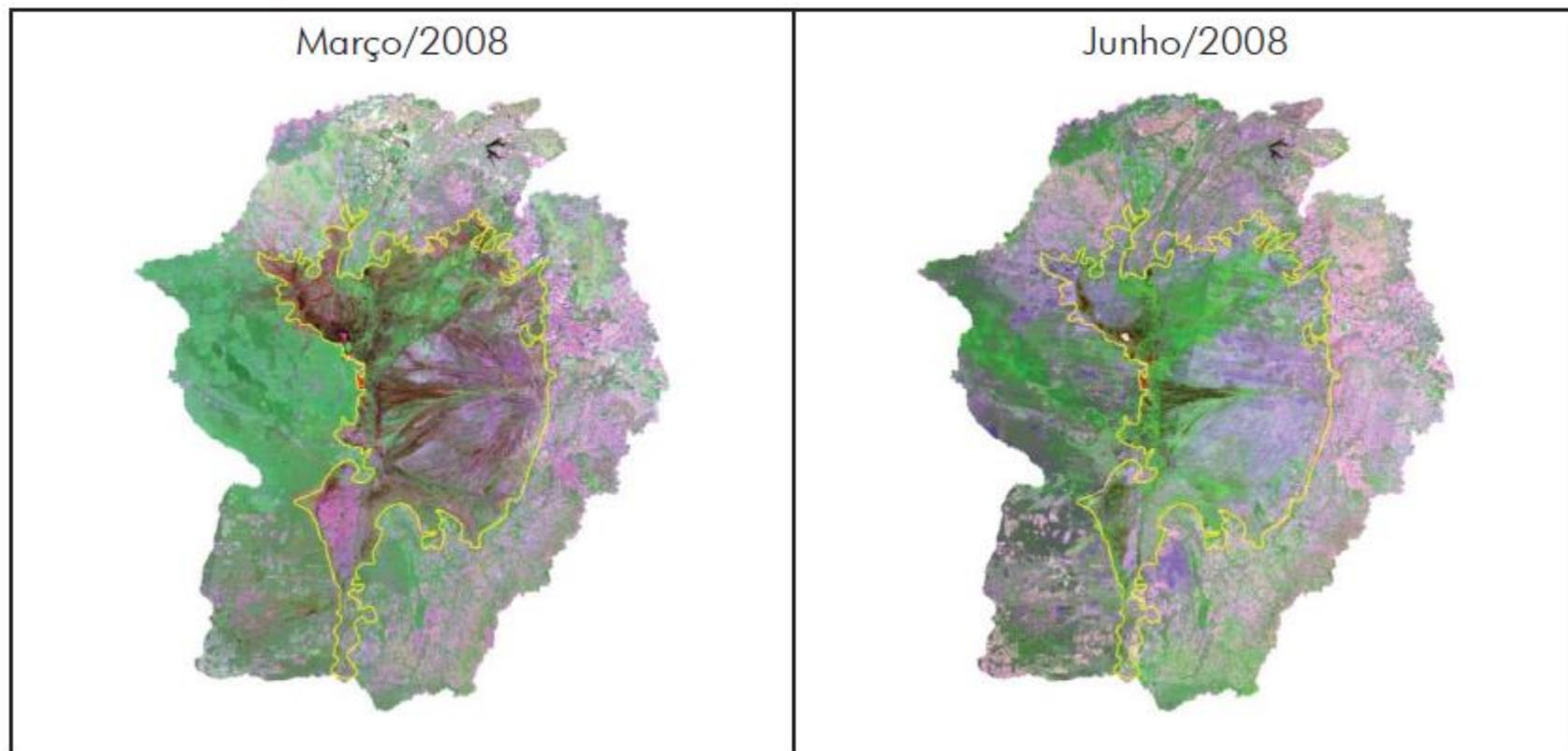


Figura Cap. 3 – 3.54

(a) Nova delimitação do semiárido Brasileiro, e (b) Imagem de satélite com composição colorida equivalente à cobertura da vegetação mais densa – tons de verde – à mais rala – tons de magenta.

Fonte: ANA, 2006; LAPISa, 2012

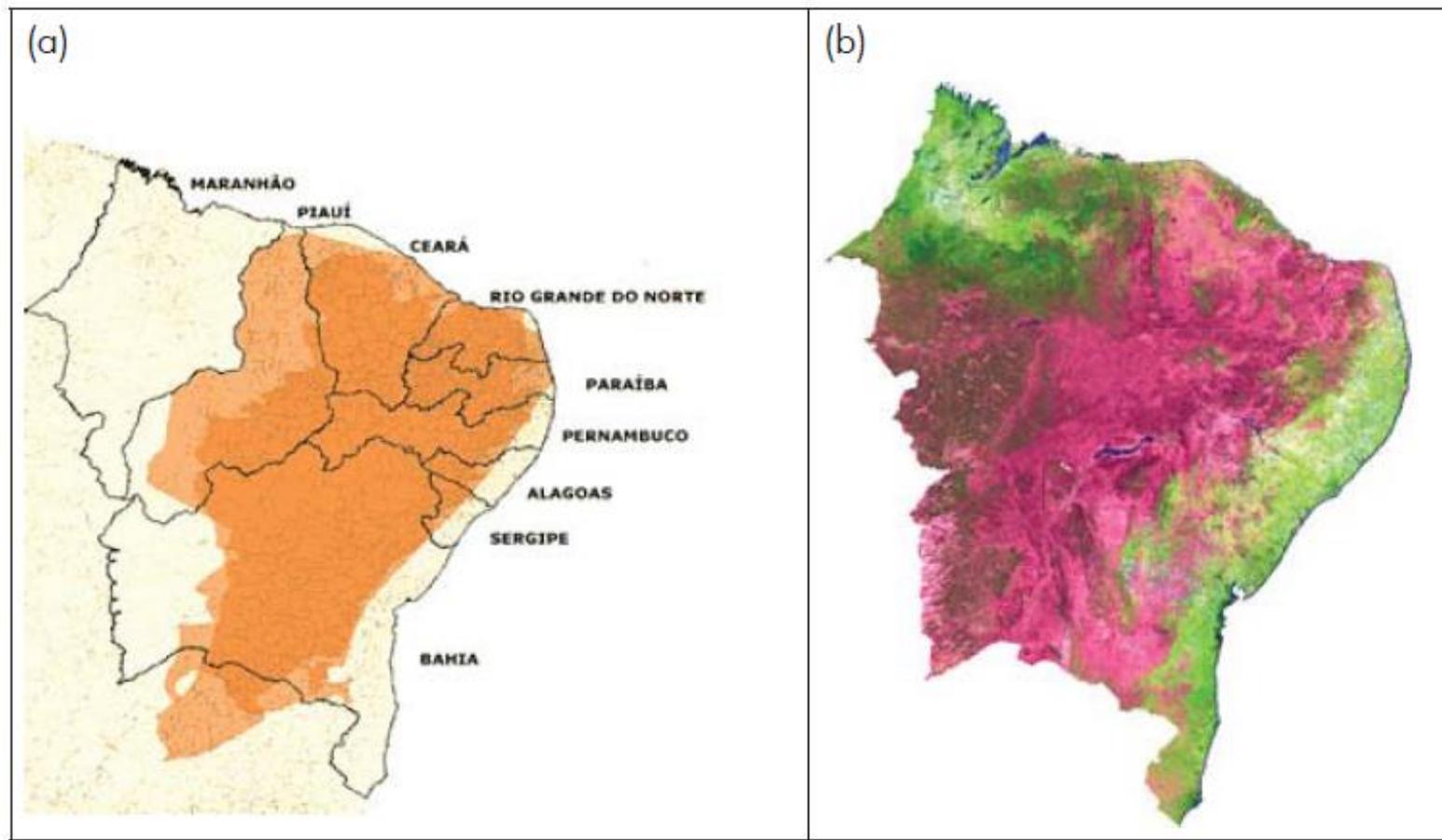


Figura Cap. 3 – 3.55

Fisionomias da Caatinga.

Notas: (a) caatinga arbórea aberta, (b) caatinga arbórea fechada, (c) caatinga arbustiva- arbórea aberta, (d) caatinga arbustiva- arbórea fechada.

Fonte: LAPIS, 2013

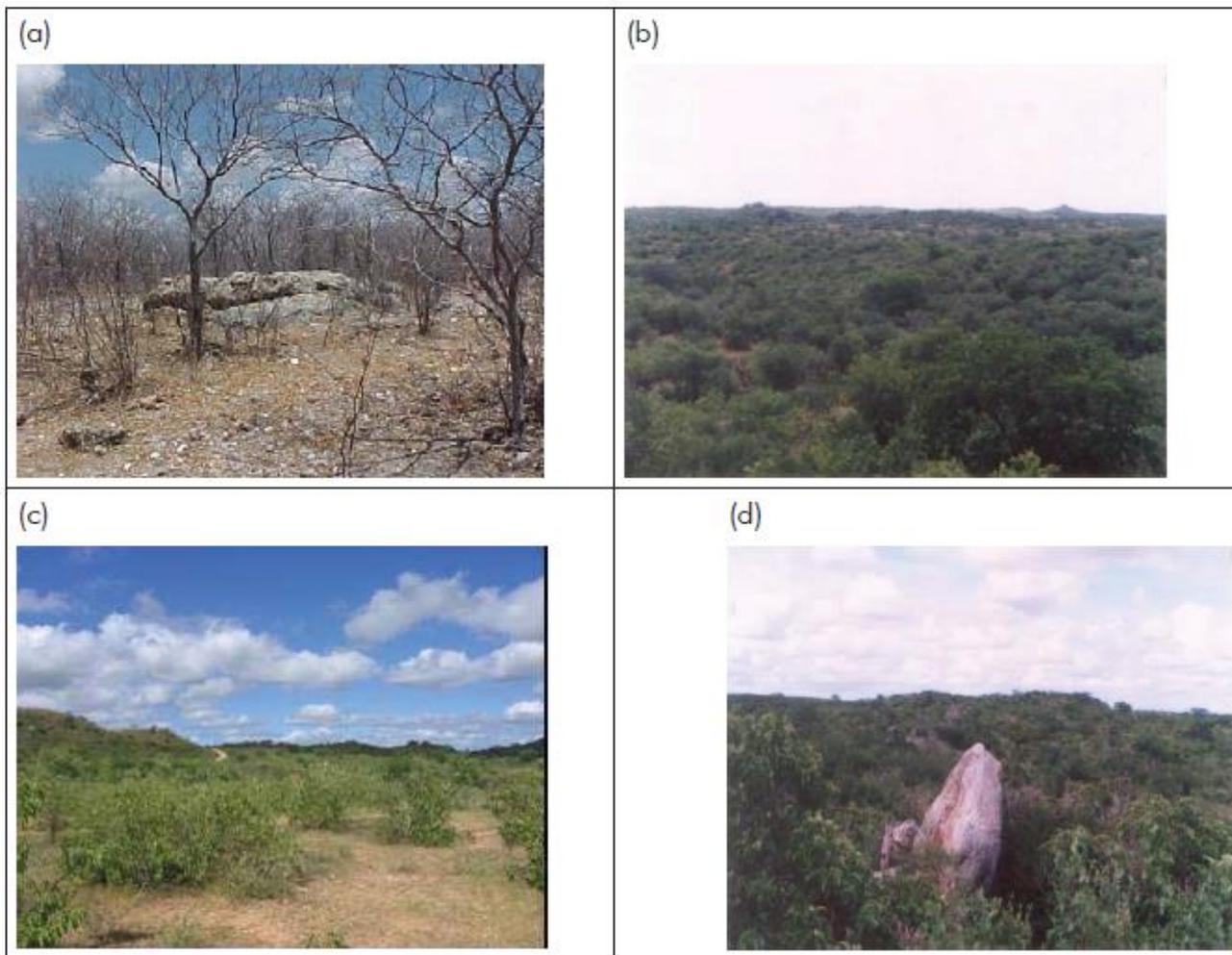


Figura Cap. 3 – 3.56

Regiões biogeográficas da Mata Atlântica, proposta por Silva e Casteleti (2003) com base em registros de endemismo de aves, borboletas e primatas, bem como aspectos de relevo e clima.

OBS.: Abreviação para os estados brasileiros: Alagoas – AL, Bahia – BA, Ceará – CE, Espírito Santo – ES, Goiás – GO, Maranhão – MA, Minas Gerais – MG, Mato Grosso do Sul – MS, Pernambuco – PE, Paraíba – PB, Piauí – PI, Paraná – PR, Rio Grande do Norte – RN, Rio Grande do Sul – RS, Santa Catarina – SC, Sergipe – SE, São Paulo – SP, Tocantins – TO. (b) Os círculos representam as porcentagens de vegetação original e remanescente para todas as faixas de elevação. Quadrados indicam a porcentagem de vegetação remanescente em relação à vegetação original dentro de cada faixa de altitude.

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 2011

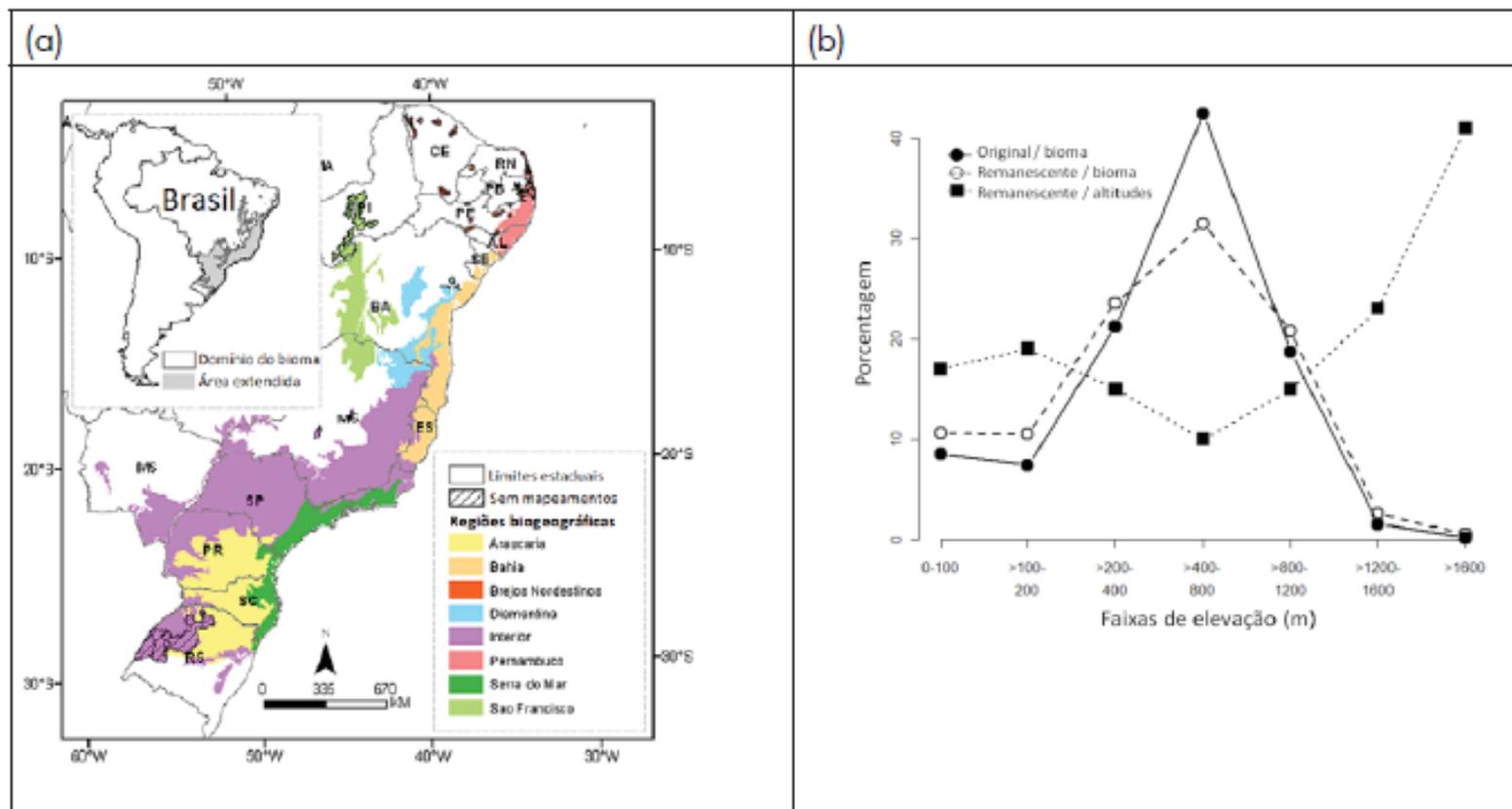


Figura Cap. 3 – 3.57

Porcentagem de habitat remanescente para diferentes sub-bacias estimadas para a Mata Atlântica Brasileira.

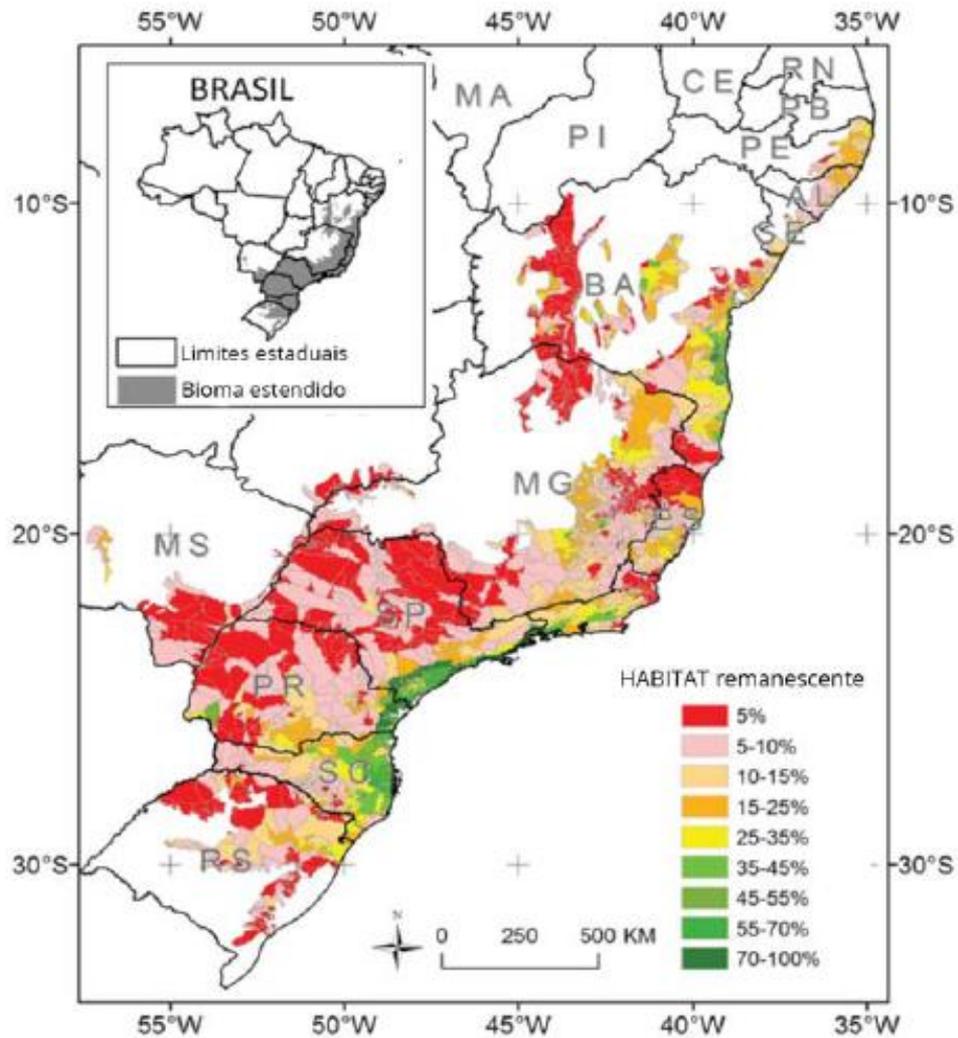


Figura Cap. 3 – 3.58

Gráficos indicando orientação de relevo em porcentagem da distribuição original e remanescente do bioma Mata Atlântica.

Notas: (A) residual em cinza claro e, remanescente à linha sólida preta. Soma: 100% (B) diferença em %, exibida pela linha sólida preta, entre a distribuição original e remanescente da vegetação em relação à orientação do relevo, onde valores positivos indicam menor desmatamento ou maior área remanescente em relação à distribuição original, e valores negativos indicam condições preferenciais para desmatamento. As linhas tracejadas em (B) destacam diferenças relativas entre distribuição original e atual igual a zero. Nos gráficos de radar (A e B), as legendas representam as direções: – Norte – N, – Nordeste – NE; – Leste – E; –Sudeste – SE; – Sul – S; – Sudoeste – SO; – Oeste – W e – Noroeste – NW.

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 2011

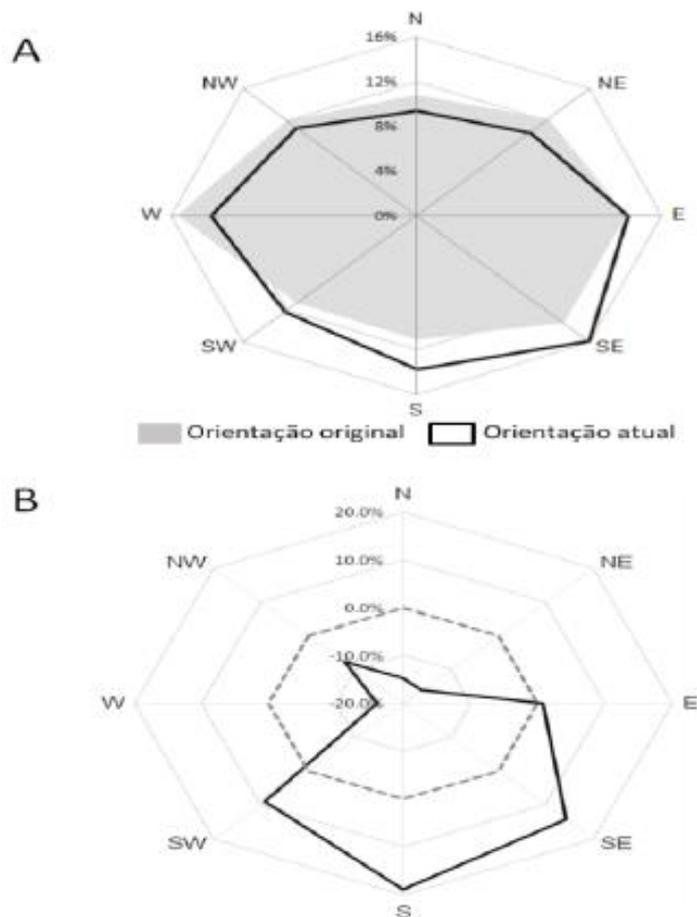


Figura Cap. 3 – 3.59

Fisionomias do bioma Pampa.

Notas: (a) Exemplo do padrão observado em campo para as áreas de campo limpo; (b) Exemplo da presença de substrato arbóreo na formação campo sujo.

Fonte: Fotografias de E. L. Fonseca



(a)



(b)

Figura Cap. 3 – 3.60

Limites do bioma Pampa e sua caracterização de uso e cobertura da terra.

Fonte: Hasenack et al., 2007

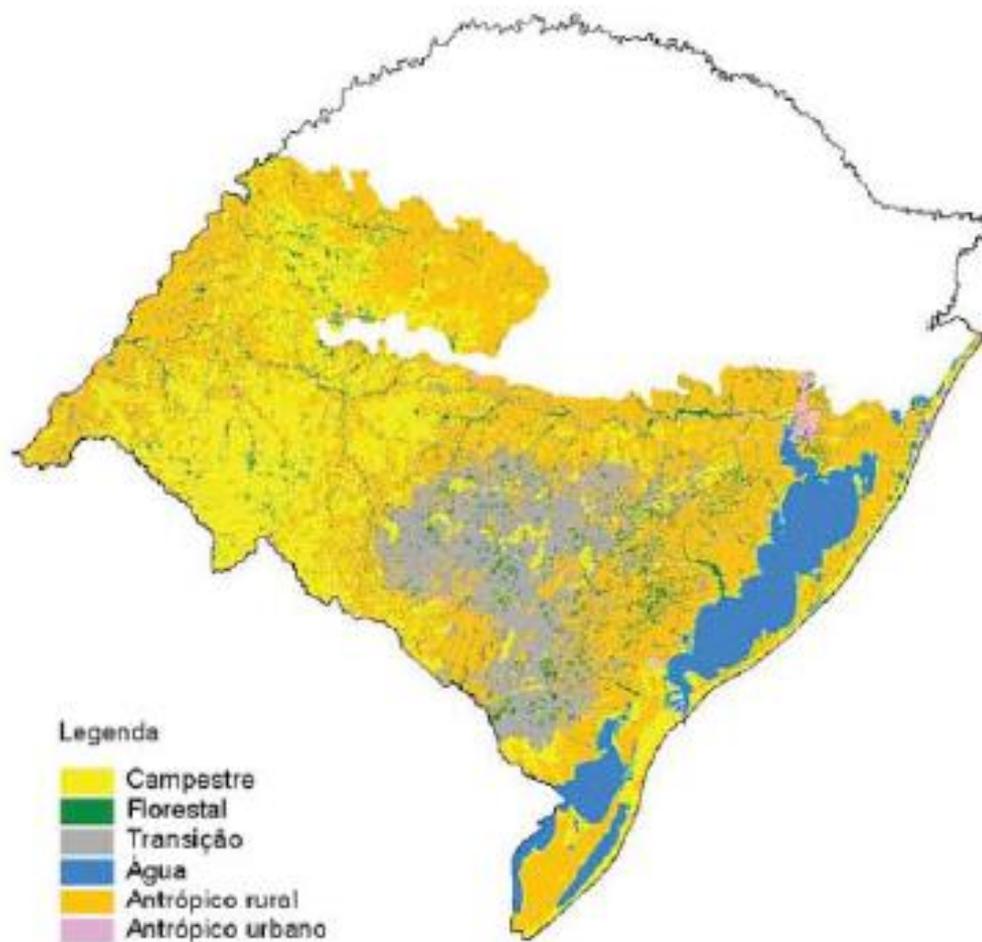


Figura Cap. 3 – 3.61

Fisionomias de manguezais.

Notas:(a) Itaipu, Rio de Janeiro; (b) Passarela de acesso à torre meteorológica em Bragança, Pará; (c) Baía de Paranaguá, Paraná; (d) Aves do manguezal de Itaipu, Distrito de Niterói, Rio de Janeiro.

Fonte: Fotografias de S. M. Fonseca

(a)



(b)



(c)



(d)



Figura Cap. 3 – 3.62

Probabilidade de redução das chuvas para a América do Sul – em especial para os biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga –, baseada em séries climáticas de 1980 a 1999 e em modelos climáticos para 2080 a 2099.

Notas: A análise se divide em três cenários de mudanças: A) probabilidade > 0%, B) probabilidade > 20%, e C) probabilidade > 50%.

Fonte: Adaptada de Malhi et al., 2008

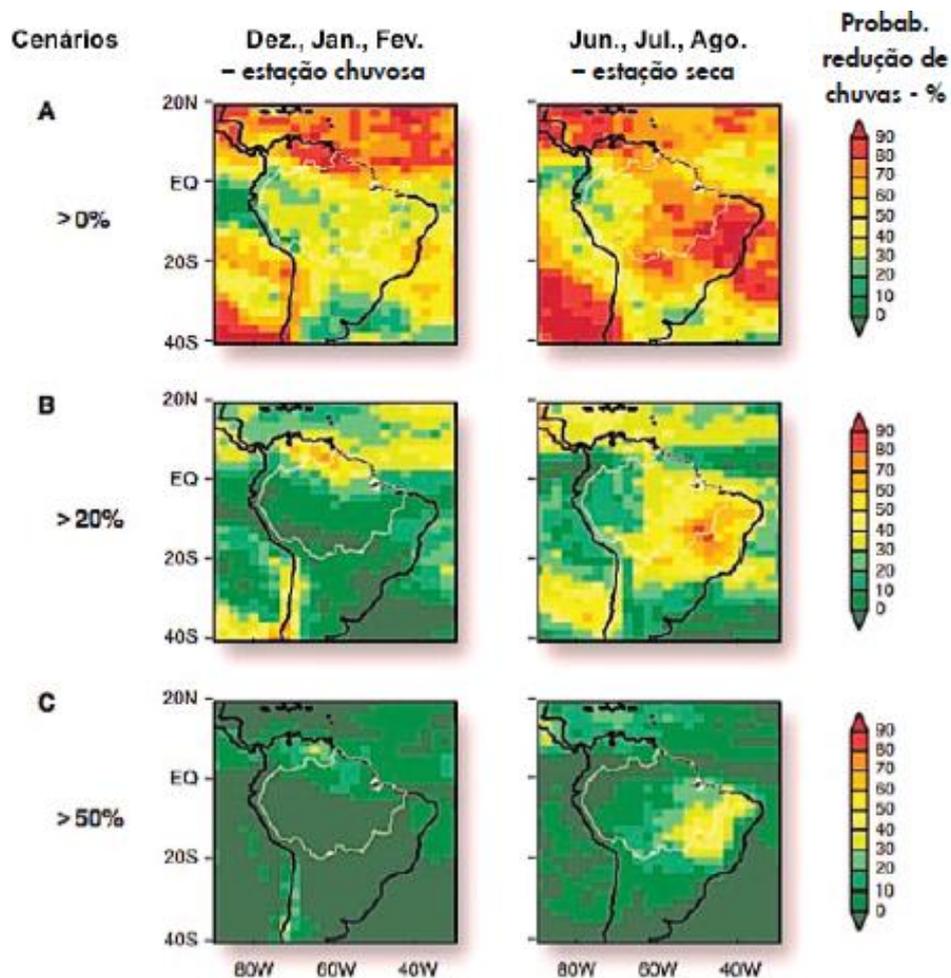


Figura Cap. 3 – 3.63

Estoques de carbono nos biomas brasileiros, ano 2000.

Fonte: Adaptado de Saatchi et al., 2011

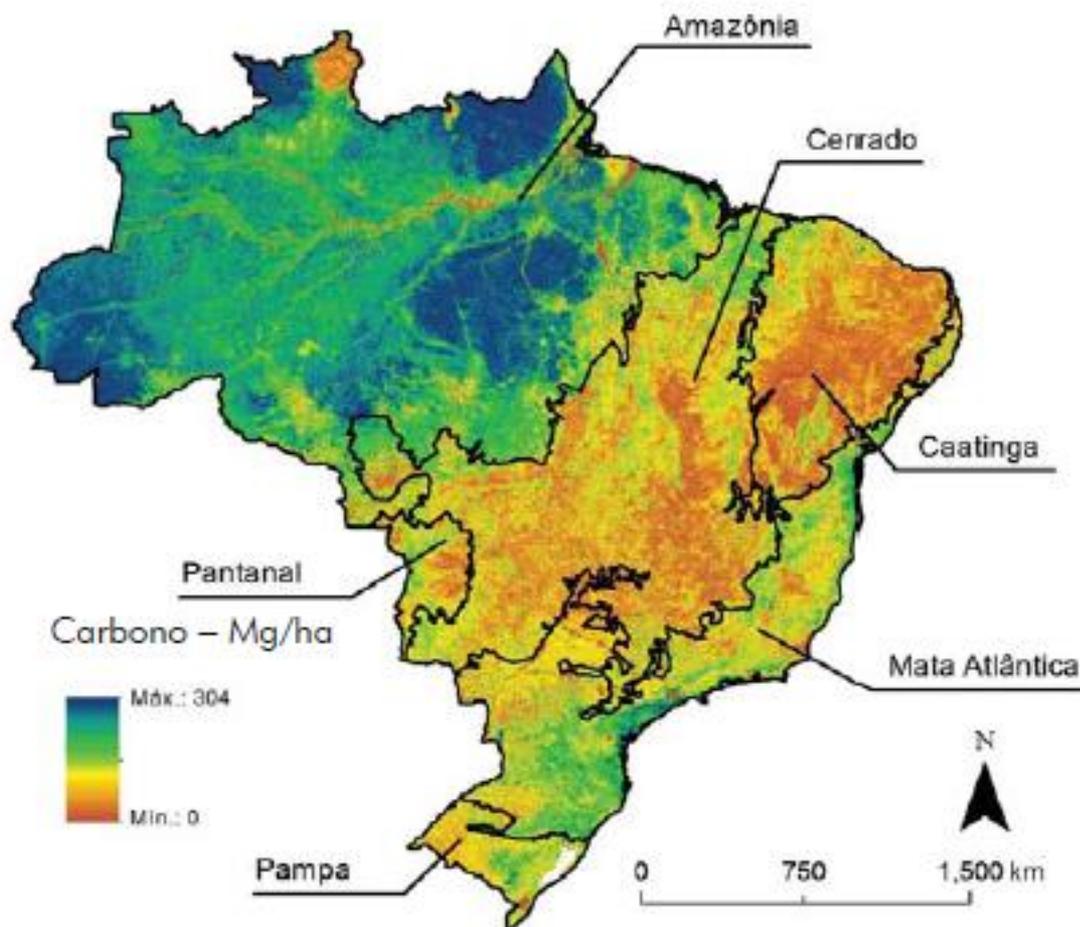


Figura Cap. 3 – 3.64

Área convertida por ação antropogênica por tipo de bioma.

Fonte: MMA/IBAMA, 2008 (adaptado por L. O. Anderson)

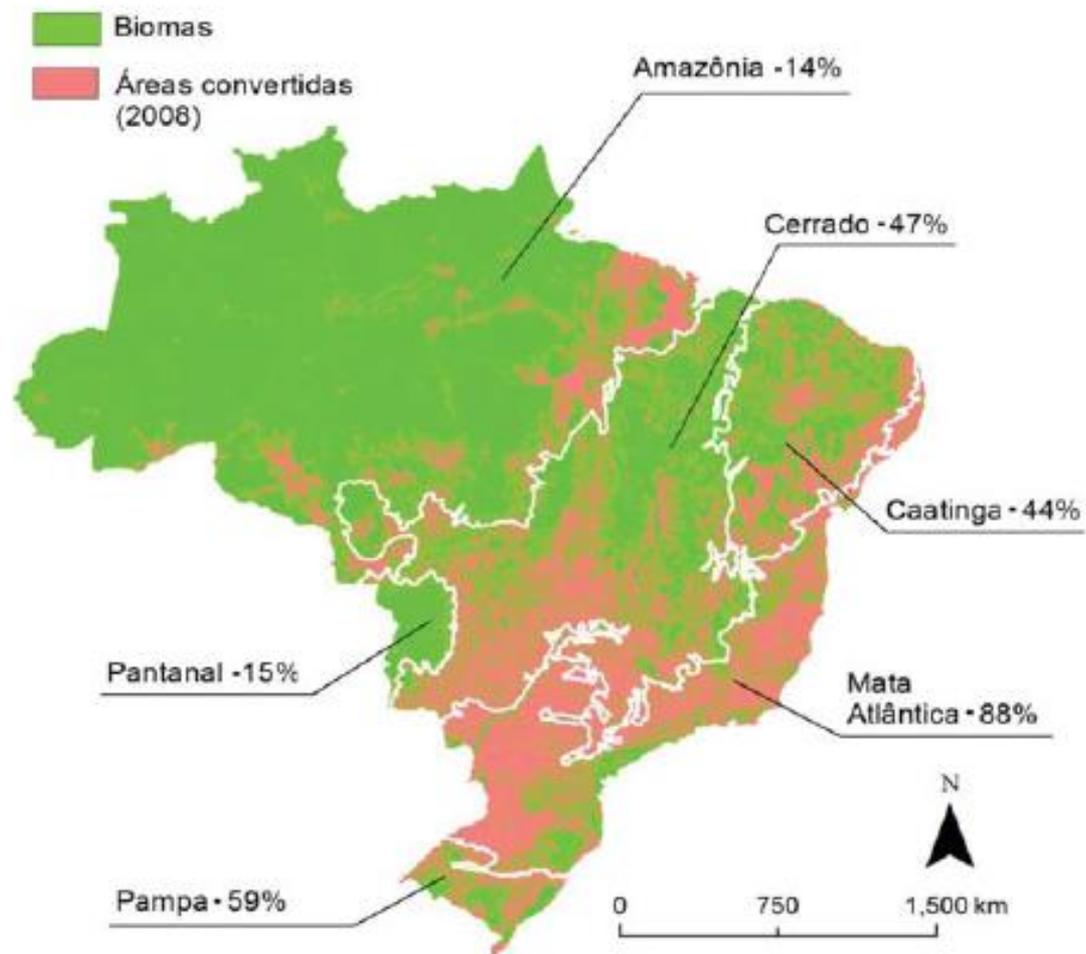


Figura Cap. 3 – 3.65

Focos de calor acumulados com confiabilidade maior que 80%, derivados do sensor MODIS – plataforma Terra – entre 2001 e 2010 nos biomas brasileiros.

Fonte: L. O. Anderson, não publicado

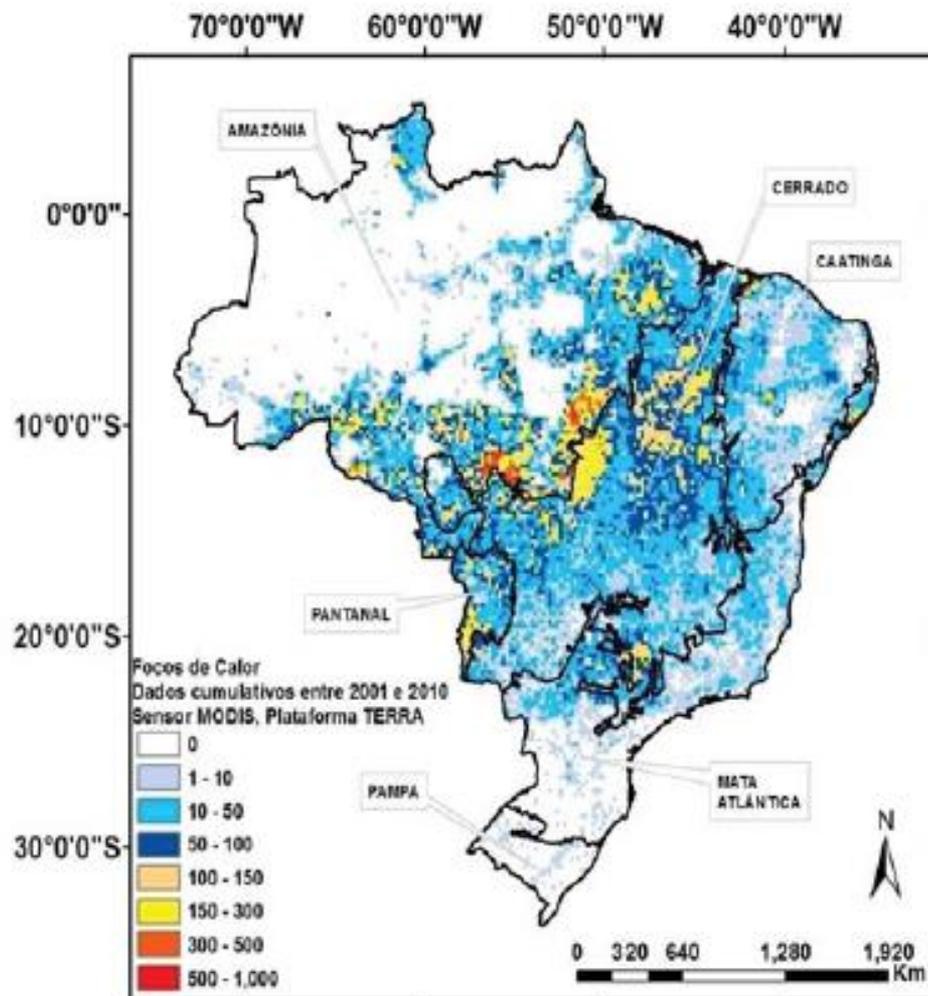


Figura Cap. 3 – 3.66

Mapas de NDVI médio sobre o NEB para as décadas de 1980 e 1990.

OBS.: Em azul escuro (0,3 a 0,4) áreas desnudo-degradadas.

Fonte: Barbosa et al., 2006

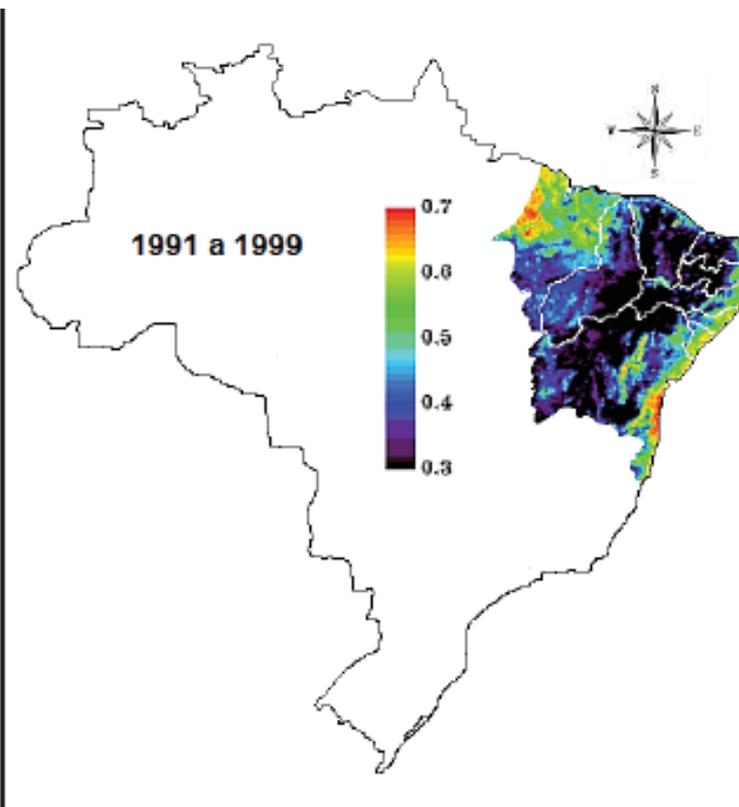
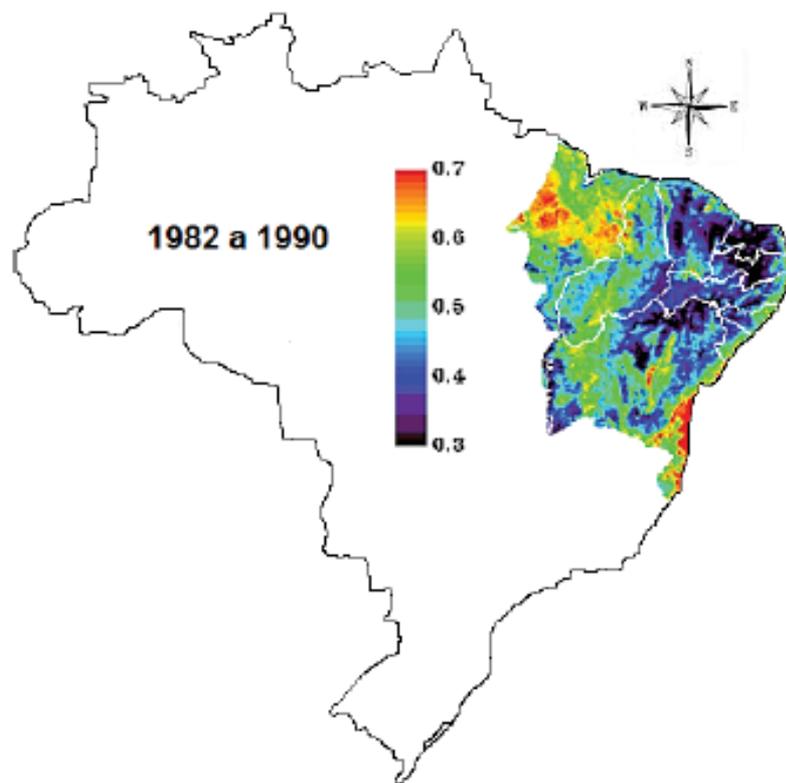


Figura Cap. 3 – 3.67

Localização e status das terras indígenas (adaptada por L.O. Anderson, fonte: Fundação Nacional do Índio FUNAI); b) Localização das Unidades de Conservação (adaptada por L.O. Anderson, fonte:

Coordenação de Zoneamento Ambiental do IBAMA).

Fonte: IBAMA, adaptada por L.O. Anderson

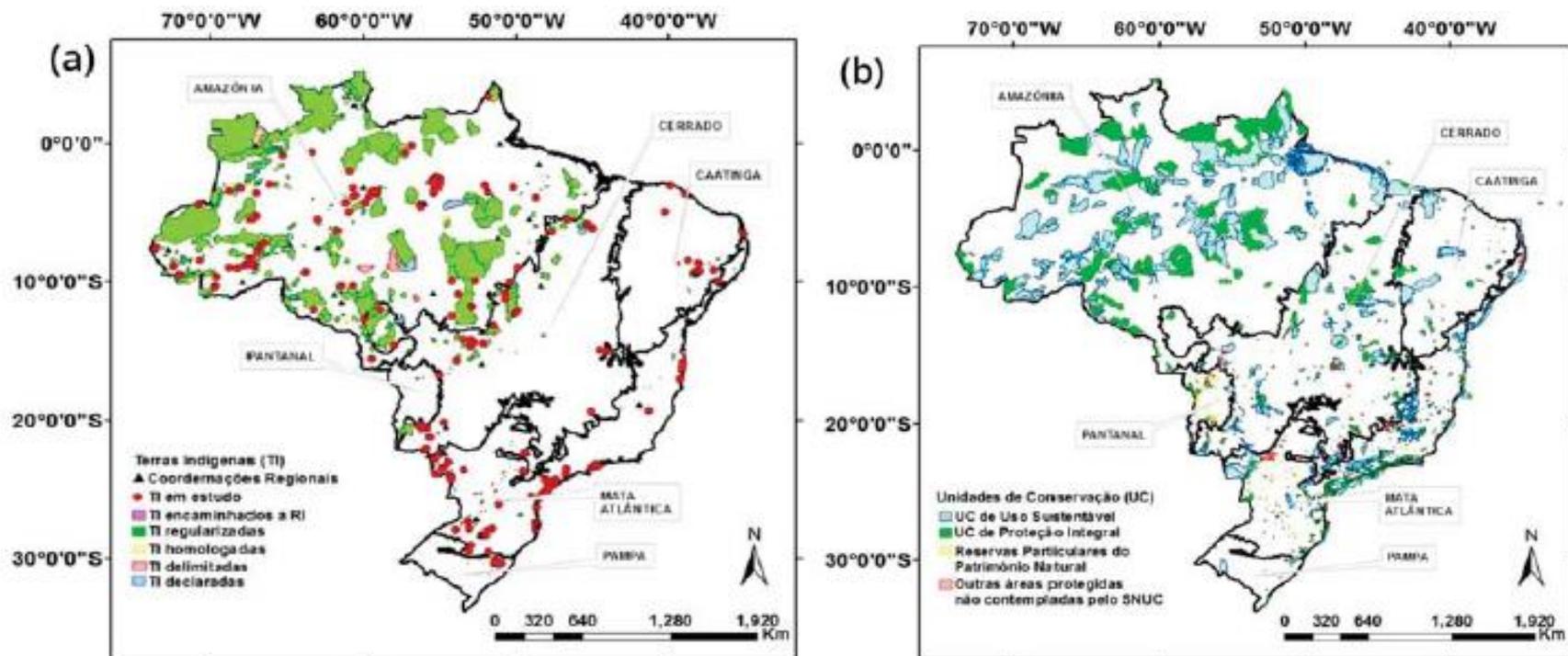


Figura Cap. 3 – 3.68

Histórico da área de plantios florestais no Brasil, 2005 a 2011.

Fonte: Anuário ABRAF, 2011



Figura Cap. 4 – 4.1

Fluxo de AOD recebido pelo Brasil US\$ milhões entre 2001 e 2007

Notas: *Assistência Oficial ao Desenvolvimento.

Fonte: Development Assistance Committee (DAC) List of Official Development Assistance – ODA14

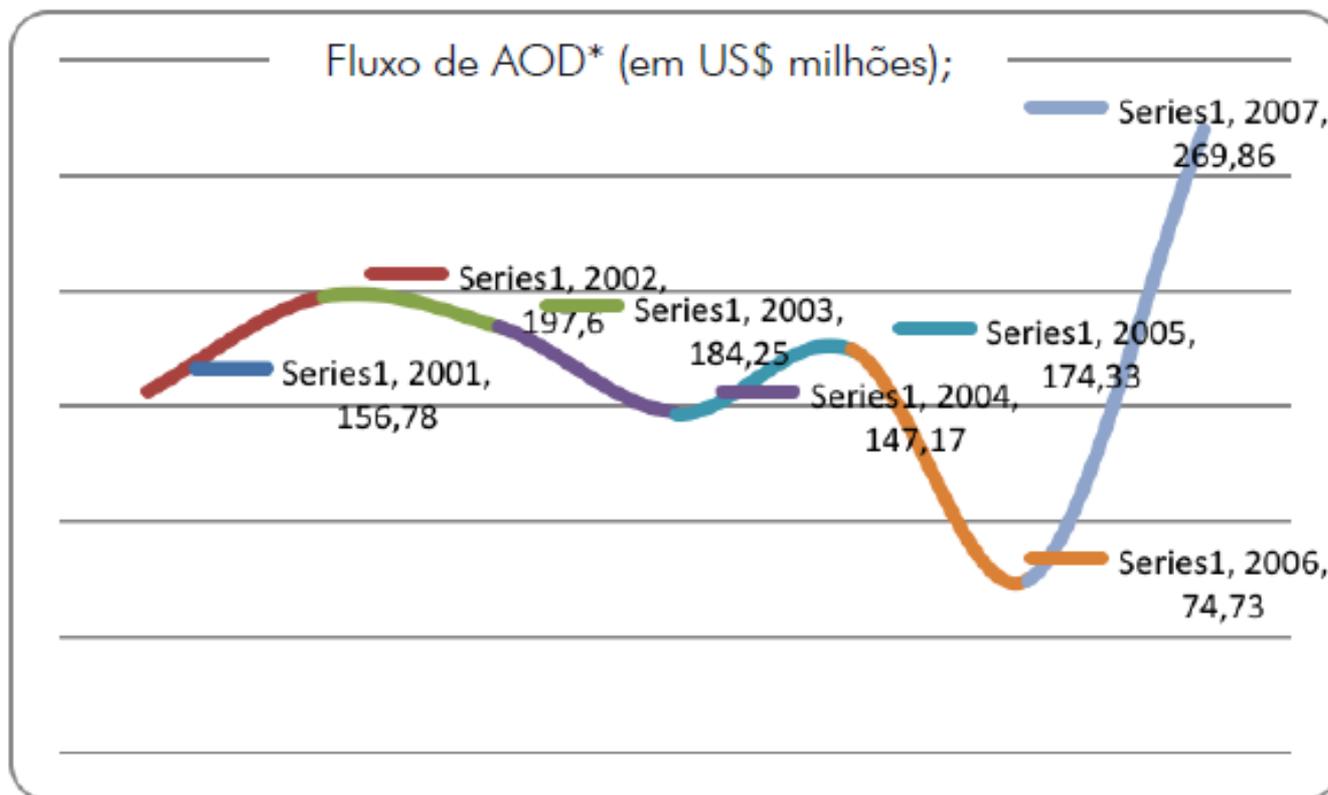


Figura Cap. 4 – 4.2

Novos arranjos internacionais.

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de Abranches, 2010

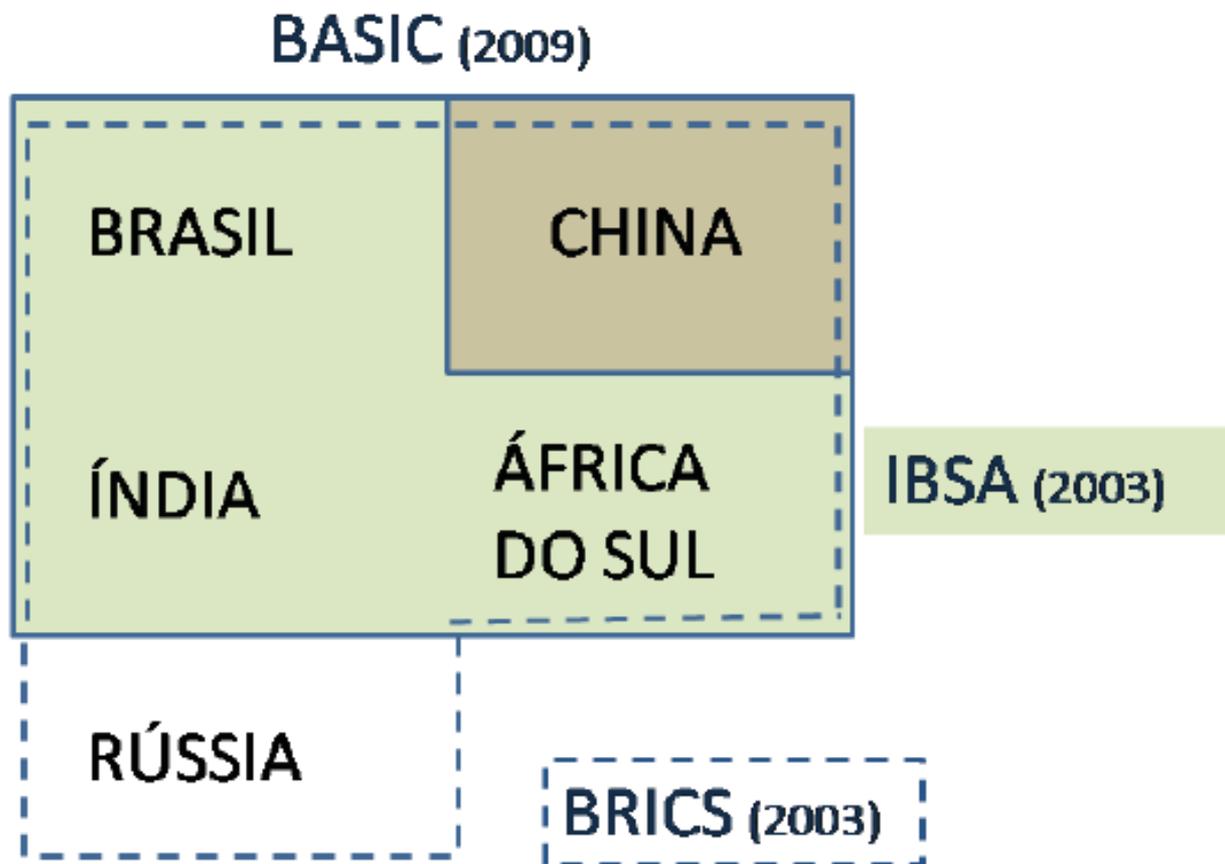
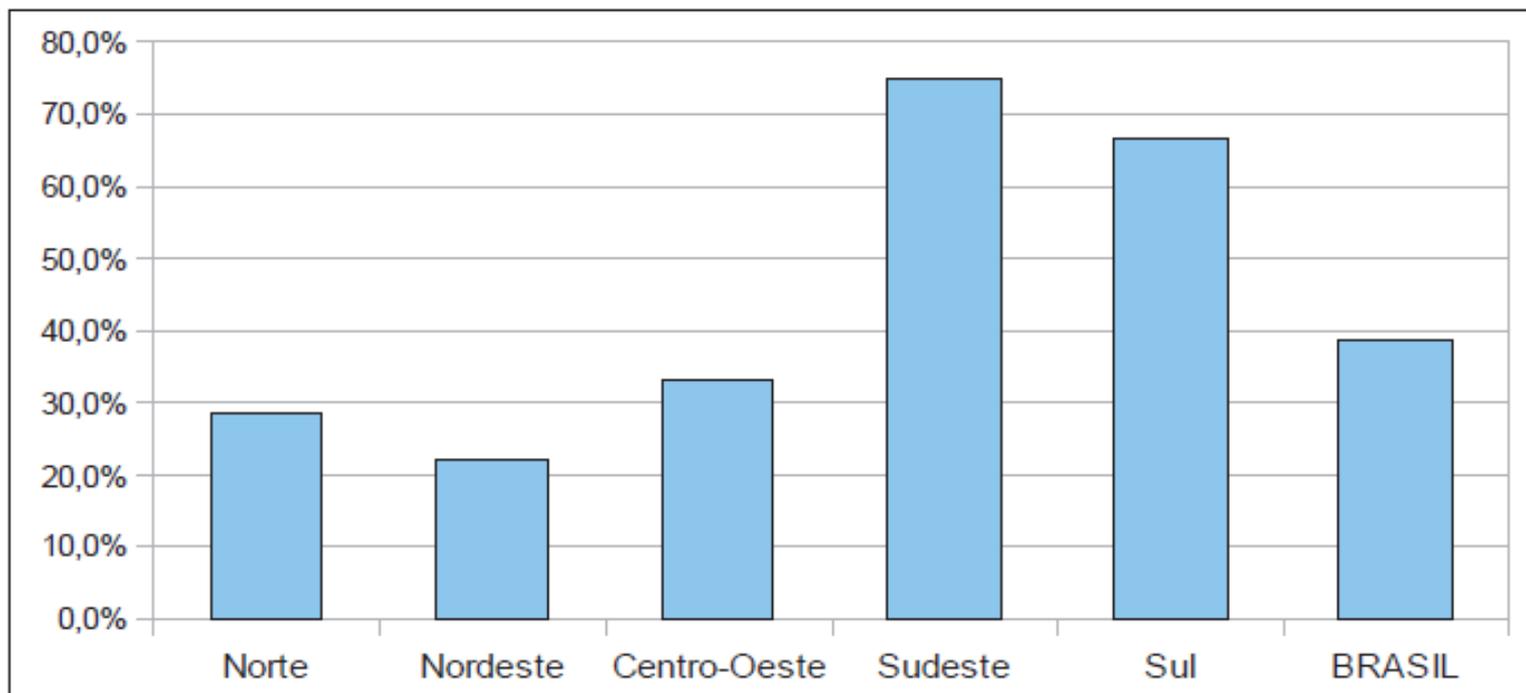


Figura Cap. 4 – 4.3

Percentuais de Políticas Estaduais existentes por Região do Brasil em relação ao número de Estados e Brasil como um todo, 2011.

Fonte: Antunes, V.N.B., 2011



Sumário do GT3 para Formuladores de Políticas

Tabelas

Tabela Cap. 1 – 1.1

Mitigação das Mudanças Climáticas Globais no Longo Prazo.

CENÁRIOS DE ESTABILIZAÇÃO	MAIS AMBICIOSOS	INTERMEDIÁRIOS	MENOS AMBICIOSOS
Aumento da Temperatura *	2 – 2,4 °C	2,8 – 3,2 °C	3,2 – 4,0 °C
Concentração de GEE (em ppm CO ₂ -eq **)	445 – 490	535 – 590	590 – 710
Concentração de CO ₂ (ppm)	350 – 400	440 – 485	485 – 570
Ano de Pico das Emissões de CO ₂	2000 – 2015	2010 – 2030	2020 – 2060
Emissões Globais de CO ₂ em 2050 (% do valor no ano 2000)	-85 % a -50%	-30% a +5%	+10% a +60%
Custos de Mitigação em 2050 (% do PIB mundial)	< 5,5% ****	-0,0 a 4% ****	-1% a 2% ****
Redução da Taxa Média de Crescimento da Economia Mundial 2000-2050	< 0,12% a.a. ***	< - 0,1% a.a.***	< -0,05 % a.a.***

OBS.:ppm = partes por milhão (em volume)

* em relação ao nível médio de temperatura da superfície do planeta anterior à Revolução

Tabela Cap. 1 - 1.2

Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa no Brasil, de 1990 a 2005.

Emissões de GEE (Mt CO₂-eq / ano)	1990	1994	2000	2005	Variação % 1990/2005	Part % 1990	Part % 2005
Mudanças no Uso da Terra e Florestas	813	883	1328	1329	63%	58%	61%
Agropecuária	304	329	348	416	37%	22%	19%
Energia	192	217	301	329	71%	14%	15%
Processos Industriais	53	59	72	78	47%	4%	4%
Resíduos	29	32	39	41	41%	2%	2%
TOTAL	1389	1520	2088	2193	58%	100 %	100 %

Fonte: Brasil, 2010

Tabela Cap. 1 – 1.3

Ações de Mitigação da Política Nacional sobre Mudança do Clima.

Setores	1990	2005	Variação 1990 – 2005	2020	Variação 2005–2020 Cenário de Referência	Redução de Emissões no ano de 2020 em relação ao Cenário de Referência
	Dados do Inventário	Dados do Inventário		Cenário de Referência		
	(Mt CO ₂ -eq)	(Mt CO ₂ -eq)	%	(Mt CO ₂ -eq)	%	(Mt CO ₂ -eq)
Mudança de Uso do Solo	813	1329	63%	1404	6%	
Amazônia				948		
Cerrado				323		
Outros				133		
Agropecuária	304	416	37%	730	75%	
Energia	192	329	71%	868	164%	234
Processos Indus- triais + Resíduos	82	119	45%	234	97%	
TOTAL	1389	2193	58%	3236	48%	1168 a 1259

Fonte: Decreto Federal do Brasil nº 7.390 de 09 de dezembro de 2010

Tabela Cap. 1 – 1.4

Estimativas anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, de 1990 a 2010 (em Mt CO₂-eq = milhões de toneladas de CO₂-eq)..

Setores	1990 Mt CO ₂ -eq	1995 Mt CO ₂ -eq	2000 Mt CO ₂ -eq	2005 Mt CO ₂ -eq	2010 Mt CO ₂ -eq	Variação de 2005 a 2010 (%)
Florestas	816	1950	1324	1168	279	-76,1%
Agropecuária	304	336	348	416	437	5,2%
Energia	192	232	301	329	399	21,4%
Processos Industriais	53	63	72	78	82	5,3%
Resíduos	29	34	39	42	49	16,4%
TOTAL	1393	2615	2084	2032	1246	-38,7%

Fonte: MCTI, 2013

Tabela Cap. 2 – 2.1

Partilhas equitativa e real do espaço carbono.

Países/regiões	Partilha equitativa	Partilha atual	Partilha atual
	% sobre a população em 2009	% sobre a população em 1850	% sobre a população em 1970
EUA	5	29	24
Outros países integrantes do Anexo I	14	45	41
China	20	10	13
Índia	17	3	3
Outros países emergentes	15	9	12
Restante do mundo	29	4	5

Fonte: Kanitkar et al., 2010

Tabela Cap. 2 – 2.2

Direitos totais, emissões reais com base em 1970.

Ano-base: 1970	Direitos totais no período de 1970 a 2050 baseados na população de 2009 e orçamento estimado de 300 gigatoneladas de carbono (GtC) entre 2010 e 2050.	Participação real na formação do estoque histórico de carbono de 1970 a 2009.	Direitos totais – total entitlements – de 2009 em diante.
	Em GtC	Em GtC	Em GtC
Países integrantes do Anexo I	117,99	218,37	- 100,38
China	123,69	44,72	78,97
Índia	110,00	10,83	99,17
Resto do mundo	280,32	58,08	222,24

Fonte: Kanitkar et al., 2010

Tabela Cap. 2 - 2.3

Orçamento carbono de países selecionados de 2010 a 2050.

População e emissões relativas a 2008. Manutenção da elevação da temperatura em menos de 2° C até 2050.

	% da população mundial em 2010	Orçamento carbono equivalente em gigatoneladas de CO ₂ de 2010 a 2050		Emissões equivalentes estimadas, em gigatoneladas de CO ₂ e baseadas no volume de 2008	Anos até se esgotar o orçamento carbono com base nas emissões de 2008
		No período integral	Ao ano		
Alemanha	1,2	9	0,22	0,91	10
Estados Unidos	4,6	35	0,85	6,1	6
China	20	148	3,6	6,2	24
Brasil	2,8	21	0,52	0,46	46
Burkina Faso	0,24	1,8	0,043	0,00062	2892
Japão	1,8	14	0,34	1,3	11
Rússia	2,0	15	0,37	1,6	9
México	1,6	12	0,29	0,46	26
Indonésia	3,4	25	0,62	0,38	67
Índia	18	133	2,3	1,5	88
Maldivas	0,0058	0,043	0,0011	0,00071	61
União Europeia	7,2	54	1,3	4,5	12
Mundo	100	750	18	30	25

Fonte: WBGU, 2009

Tabela Cap. 2 – 2.4

Emissões de GEE associadas ao uso de combustíveis para atividades econômicas no Brasil – 2005.

Fonte de emissão	Emissão de GEE equivalentes em Mt CO ₂	Participação em %
Petróleo e gás	29,830	6
Carvão metalúrgico	12,382	3
Lenha e carvão vegetal	95,625	20
Carvão mineral	32,389	7
Bagaço de cana	71,231	15
GLP	18,628	4
Gasolina	41,469	9
Óleo combustível	21,141	4
Óleo diesel	100,219	21
Álcool	20,624	4
Outros produtos do refino de petróleo	39,794	8
Uso de combustíveis	483.332	100

Fonte: Elaboração a partir dos dados do Balanço Energético, 2005

Tabela Cap. 2 – 2.5

Emissões de GEE associadas ao processo produtivo no Brasil – 2005.

Atividade	Emissão de GEE equivalentes em Mt CO ₂	Participação em %
Pecuária e pesca	332,515	53
Agricultura e outros	222,697	36
Produtos químicos	22,369	4
Petróleo e gás	14,375	2
Cimento	14,349	2
Transmissão e distribuição de eletricidade e outros urbanização	9,825	2
Outros produtos minerais não metálicos	8,449	1
Transportes	7,638	1
Emissões por atividade produtiva	624,580	100

Fonte: Elaboração a partir dos dados do Inventário Brasileiro e Balanço Energético, 2005

Tabela Cap. 3 – 3.1

Síntese dos principais estudos sobre custos de mitigação de emissões de GEE no Brasil.

	CCAP	Banco Mundial	EMCB	McKinsey	MMA/PNUD
1) NATUREZA DOS MODELOS UTILIZADOS	<i>bottom-up</i>	<i>bottom-up</i>	Híbrido para taxa de carbono; e <i>bottom-up</i> para florestas	<i>bottom-up</i>	<i>bottom-up</i>
2) ESTIMATIVAS REALIZADAS					
2.1) Custos de mitigação (custo de ações de redução de emissões), nos seguintes setores:	Energia (refino e geração), indústria (cimento, ferro e aço e papel e celulose), transporte, comércio, serviços, agropecuária e florestal	Energia (produção de petróleo e gás, refino e geração de eletricidade), indústria, transporte, comércio e serviços, residencial, resíduos sólidos e efluentes, agropecuária e florestal		Geração de eletricidade, transporte rodoviário, indústria (siderurgia, química e cimento, resíduos sólidos e efluentes, edificações, agropecuária e florestal	Geração de eletricidade, transporte rodoviário, indústria, resíduos sólidos e efluentes, agropecuária e florestal
2.2) Custo de mitigação (custo de oportunidade do desmatamento)			Dois estudos sobre custo de oportunidade da floresta (valor do PIB agropecuário a ser perdido com a manutenção da floresta) - Estudo 1 e Estudo 2		
2.3) Análise macroeconômica	Impactos sobre necessidade de investimentos e nível de emprego (análise apenas de iniciativa e de tendências)	Impactos sobre PIB e emprego (modelo de insumos e produtos)	Efeitos de uma taxa de carbono na economia (US\$ 10, 20 ou 50/t de CO ₂ eq) - Estudo 3		

OBS.: qualquer imprecisão ou erro nas informações da tabela são de responsabilidade dos autores do presente estudo.

Fonte: CCAP (La Rovere, 2006); Banco Mundial (Gouvello *et al.*, 2010); EMCB (Margulis *et al.*, 2011); McKinsey, (2009a)

Tabela Cap. 3 – 3.1 (continuação)

Síntese dos principais estudos sobre custos de mitigação de emissões de GEE no Brasil.

3) CENÁRIO ECONÔMICO	Trajetórias dos cenários A2 e B2 do IPCC			Trajetória única: B1 do PNE, 2030	Trajetória única - sem descrição		Trajetória do cenário B2 do IPCC		
	de 2005 a 2010; de 2010 a 2015; de 2015 a 2020 e de 2020 a 2025			de 2010 a 2030	Estudo 1: 2010 a 2050 Estudo 2: 2010 a 2020 Estudo 3: no ano analisado	Até 2015	de 2015 a 2030	até 2020	de 2020 a 2030
3.1) Períodos	de 2005 a 2010; de 2010 a 2015; de 2015 a 2020 e de 2020 a 2025			de 2010 a 2030	Estudo 1: 2010 a 2050 Estudo 2: 2010 a 2020 Estudo 3: no ano analisado	Até 2015	de 2015 a 2030	até 2020	de 2020 a 2030
3.2) Evolução do PIB - % ao ano	4,26%; 4,11%; 4,05%; 4,05% **			4,1%		3,5%	2,8%	5%	4%
3.3) População (taxa de crescimento anual ou valor no último ano de cenário)		2010-2015	2015-2025	0,94% a.a.		0,9% a.a.		207,7 milhões	216,8 milhões
	Rural	0,75% a.a.	0,66% a.a.						
	Urbana	1,52% a.a.	1,00% a.a.						
3.4) Preços da economia	US\$ de 2004 (=R\$2,70)			US\$ = R\$2,2	US\$ de 2008	euros de 2005 (US\$ 1,5/€)		US\$ de 2009	
3.5) Preço do petróleo	US\$ 30,31/barril, em 2025 (crescente ao longo do tempo)			US\$ 45/barril		US\$ 60/barril			
3.6) Taxa de desconto - Ótica social				8% a.a. para análise macroeconômica e 4%; 8% e 12% a.a. para microeconômica	5% nos Estudos 1 e 2. No Estudo 3 não se aplica	4% a.a.		8% a.a.	
3.7) Taxa interna de retorno - Ótica privada				Uma taxa para cada setor					

OBS.: qualquer imprecisão ou erro nas informações da tabela são de responsabilidade dos autores do presente estudo.

Fonte: CCAP (La Rovere, 2006); Banco Mundial (Gouvello *et al.*, 2010); EMCB (Margulis *et al.*, 2011); McKinsey, (2009a)

Tabela Cap. 3 – 3.1 (continuação)

Síntese dos principais estudos sobre custos de mitigação de emissões de GEE no Brasil.

4) CENÁRIOS DE EMISSÃO / MITIGAÇÃO	Para cada cenário econômico, um cenário de emissões com políticas e projetos anunciados até 2000 - referência - e dois cenários de mitigação: um com políticas de ações até 2005 e outro, a partir de 2006***		Um cenário de referência e um cenário de baixo carbono	Um cenário de referência e um cenário de baixo carbono	Um cenário de referência e um cenário de baixo carbono	Cenários central de Emissões - B - e contrastados - A e C. Até 2020, o cenário B incluiu os objetivos de mitigação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). O cenário A é tendencial e o C implica maior esforço de mitigação
4.1) Unidade de mensuração	Emissões no último ano de cenário em Mt CO ₂		Mitigação no período 2010-2030 em Mt CO ₂		Emissões no último ano de cenário em Mt CO ₂	Emissões a cada 5 anos em Mt CO ₂
4.2) Cenário de referência - emissões	1.224	1.265	26.000		2.880	4.434
4.3 Cenário de mitigação - emissões	Cenário 1 = 1,104 Cenário 2 = 936,6	Cenário 1 = 952,2 Cenário 2 = 810,5	11.294	Estudo 1: redução de 70% das emissões por desmatamento Estudo 2: emissões por desmatamento próximos de zero Estudo 3: Taxa (US\$/tCO ₂) q) 50 30 PIB (var.%) 0,130 0,084 Emissões - - (var%.%) 1,847 1,161	1.530	Cenário B = 2530 Mt Co ₂ eq Cenário C = 1731 Mt CO ₂ eq
* a análise não inclui estimativas monetárias						
** a evolução do PIB setorial em A2 é diferente da apresentada em B2 - mais detalhe no item 1.1 deste subcapítulo						
*** a análise não inclui estimativas econômicas para os setores de agropecuária e florestal						
Células sem valores = valores não identificados ou que não se aplicam						

OBS.: qualquer imprecisão ou erro nas informações da tabela são de responsabilidade dos autores do presente estudo.
 Fonte: CCAP (La Rovere, 2006); Banco Mundial (Gouvello *et al.*, 2010); EMCB (Margulis *et al.*, 2011); McKinsey, (2009a)

Tabela Cap. 3 – 3.2

Hipóteses de crescimento real do PIB e de valores adicionados setoriais para a economia brasileira – em % ao ano..

Cenário base B2	De 2005 a 2010	De 2010 a 2015	De 2015 a 2020	De 2020 a 2025
PIB em % ao ano	4,26	4,11	4,05	4,05
Agricultura	4,00	3,00	1,86	1,80
Indústria	4,45	4,42	3,45	3,27
Extração mineral – exceto combustível	3,50	1,50	1,20	1,00
Extração de petróleo e gás	4,00	3,00	1,20	1,00
Indústria de transformação	3,96	4,05	3,86	3,71
Serviço público	5,00	5,00	4,00	3,00
Construção	6,00	6,00	3,00	3,00
Serviços	4,19	4,13	4,88	4,93
Cenário-base A2	De 2005 a 2010	De 2010 a 2015	De 2015 a 2020	De 2020 a 2025
PIB em % ao ano	4,26	4,11	4,05	4,05
Agricultura	3,58	3,55	3,38	3,26
Indústria	5,42	5,16	5,03	4,98
Extração mineral – exceto combustível	6,70	6,18	6,03	5,91
Extração de petróleo e gás	5,15	5,19	5,07	4,95
Indústria da transformação	5,34	5,01	4,87	4,81
Serviço público	3,60	2,80	2,49	2,38
Construção	6,46	6,43	6,21	6,09
Serviços	3,60	3,45	3,42	3,46

Fonte: La Rovere *et al.*, (2006)

Tabela Cap. 3 – 3.3

Custos do abatimento de emissões de GEE no setor de energia – cenário B2 de opções avançadas com políticas a partir de 2006..

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	2010		2015		2020	
	US\$ / t CO ₂	POTENCIAL DE MITIGAÇÃO NO ANO (MtCO ₂) [*]	US\$ / t CO ₂	POTENCIAL DE MITIGAÇÃO NO ANO (MtCO ₂)	US\$ / t CO ₂	POTENCIAL DE MITIGAÇÃO NO ANO (MtCO ₂)
PCH**	190,4	2,35	(49,6)	12,43	(115,0)	15,23
Eólica	283,9	2,31	81,88	14,53	30,9	19,57
Bagaço de Cana	361,6	2,48	101,3	14,74	51,1	19,84
Biodiesel	114,5	8,83	113,7	9,64	107,6	9,99

* Milhão de toneladas de dióxido de carbono

** Pequenas centrais hidrelétricas

Fonte: elaborado pelos autores a partir de La Rovere *et al.*, (2006)

Tabela Cap. 3 – 3.4

Potencial de mitigação e custo marginal de abatimento das várias alternativas, com base em três taxas de desconto..

Opções de mitigação	% de redução de emissões (2010-30)	redução de emissões (MtCO ₂ eq) (2010-30)	Custo de abatimento		
			US\$/tCO ₂ eq		
			8%	4%	12%
CMA inferior a US\$50/tCO₂eq					
Iluminação residencial	0	3	(120)	(164)	(92)
Cogeração de cana de açúcar	1	158	(105)	(219)	(43)
Sistemas de recuperação de vapor	0	37	(97)	(157)	(62)
Sistema de recuperação de calor	0	19	(92)	(147)	(60)
Iluminação industrial	0	1	(65)	(122)	(36)
Energia térmica solar	0	26	(55)	(89)	(35)
Iluminação comercial	0	1	(52)	(104)	(27)
Motores elétricos	0	2	(50)	(154)	(6)
Otimização da combustão	1	105	(44)	(71)	(28)
Refrigeradores (MEPs)	0	10	(41)	(151)	5
Reciclagem	1	75	(35)	(53)	(24)
Linha de transmissão Brasil-Venezuela	0	28	(31)	(32)	(29)
Sistema de recuperação de calor de fomalha	3	283	(26)	(49)	(13)
Gás natural substituindo outros combustíveis	0	44	(20)	(53)	(4)
Outras medidas de eficiência energética	0	18	(14)	(24)	(8)

Fonte: Kanitkar et al., 2010

Tabela Cap. 3 – 3.4 (continuação)

Potencial de mitigação e custo marginal de abatimento das várias alternativas, com base em três taxas de desconto..

Opções de mitigação	% de redução de emissões (2010-30)	redução de emissões (MtCO ₂ eq) (2010-30)	Custo de abatimento		
			US\$/tCO ₂ eq		
			8%	4%	12%
CMA inferior a US\$50/tCO₂eq					
Etanol substituindo gasolina no mercado energético	2	176	(8)	(15)	(2)
Energia eólica	0	19	(8)	(162)	64
Otimização do trânsito	0	45	(2)	(4)	0
Gás para Líquido (GTL)	1	128	(2)	(7)	1
Redução do desmatamento + pecuária	53	6041	(0)	(4)	1
Plantio direto aumentado	3	355	(0)	(1)	(0)
Investimento em ciclovias	0	17	1	(2)	3
Exportação de etanol substitui a gasolina no exterior	6	667	2	(15)	9
Novos processos industriais	1	135	2	(53)	26
Destruição de metano em aterro	9	963	3	4	2
Aquecimento solar (residencial)	0	3	4	(186)	84
Refinarias existentes (integração energética)	0	52	7	(5)	11
Tratamento com águas servidas + destruição de metano (res. e com.)	1	116	10	14	8
Novas refinarias	0	52	19	21	16
Carvão renovável substituindo carvão não renovável	5	567	21	14	32
Investimento em ferrovias e hidrovias	1	63	29	21	15
Reflorestamento	10	1085	39	39	39

Fonte: Kanitkar et al., 2010

Tabela Cap. 3 - 3.5

Comparação entre os custos marginais de abatimento (calculados com taxa de desconto social de 8%) e os preços de equilíbrio de carbono para diversas opções de mitigação e remoção (calculados com as taxas de retorno privadas de referência nos setores).

Opção de mitigação	Custo de abatimento (US\$/tCO ₂ eq) (taxa de desconto social de 8%)	Incentivo de Carbono – Abordagem incremental (US\$/tCO ₂ eq)	Benchmark TIR (%)
Iluminação residencial	(120)	(243)	15
Sistemas de recuperação de vapor	(97)	(228)	15
Sistemas de recuperação de calor	(92)	(220)	15
Iluminação industrial	(65)	(173)	15
Energia térmica solar	(55)	(123)	15
Otimização de combustão	(44)	(104)	15
Reciclagem	(35)	(91)	15
Sistema de recuperação de calor da fomalha	(26)	(41)	15
Outras medidas de eficiência energética	(14)	(22)	15
Plantio direto aumentado	(0)	0	8
Otimização do trânsito	(2)	4	15
Desmatamento evitado + pecuária	(0)	6	10
Destruição de metano em aterro	3	7	12
Cogeração de cana de açúcar	(105)	8	18
Gás natural substituindo outros combustíveis	(20)	10	15
Reflorestamento	39	12	10
Etanol substituindo gasolina no mercado doméstico	(8)	24	15
Investimento em ciclovias	1	25	15
Tratamento de águas servidas + destruição de metano (res. e com.)	10	33	12
Gás para líquido (GTL)	(2)	34	25
Exportação de etanol substitui a gasolina no exterior	2	48	15
Motores elétricos	(50)	72	15

Fonte: Gouvello *et al.*, (2010)

Tabela Cap. 3 - 3.5 (continuação)

Comparação entre os custos marginais de abatimento (calculados com taxa de desconto social de 8%) e os preços de equilíbrio de carbono para diversas opções de mitigação e remoção (calculados com as taxas de retorno privadas de referência nos setores).

Opção de mitigação	Custo de abatimento (US\$/tCO ₂ eq) (taxa de desconto social de 8%)	Incentivo de Carbono – Abordagem incremental (US\$/tCO ₂ eq)	Benchmark TIR (%)
Refinarias existentes (integração energética)	7	75	15
Energia eólica	(8)	93	10
Carvão renovável substituindo carvão não renovável	21	95	15
Investimento em ferrovias e hidrovias versus rodovias	29	97	17
Novas refinarias	19	106	15
Iluminação comercial	(52)	122	15
Novos processos industriais	2	174	15
Refinarias existentes (controle de incrustação)	73	209	15
Linha de transmissão Brasil-Venezuela	(31)	216	15
Refrigeradores (MEPS)	(41)	223	15
Tratamento de águas servidas + destruição de metano (ind.)	103	251	12
Investimento em metro	106	371	17
Refinarias existentes (controles avançados)	95	431	15
Aquecimento solar (residencial)	4	698	15
Trem bala (São Paulo e Rio de Janeiro)	400	7.787	19

Fonte: Gouvello *et al.*, (2010)

Tabela Cap. 3 – 3.6

Comparação da distribuição das emissões entre os setores nos cenários de referência e de baixo carbono, de 2008 a 2030..

Setor	Referência 2008		Referência 2030		Baixo Carbono 2030	
	Mt CO ₂ eq	%	Mt CO ₂ eq	%	Mt CO ₂ eq	%
Energia	232	18	458	26	297	35
Transporte	149	12	245	14	174	17
Resíduos	62	5	99	6	18	2
Florestal	536	42	533	31	196	19
Pecuária	237	18	272	16	249	24
Agricultura	72	5	111	6	89	11
Total bruto das emissões	1.288	100	1.718	100	1.023	100
Remoção de carbono	295	2	-21	-1	-213	21
Total Líquido das emissões	1230	98	1697	99	810	79

Fonte: Gouvêlo et al., (2010)

Tabela Cap. 3 – 3.7

Convergência entre os resultados dos dois estudos acerca do custo de oportunidade do desmatamento na Amazônia..

Uso agrícola	Alocação de terra – em % do total		Custo de oportunidade – em US\$ por hectare por ano	Participação no hectare médio – em US\$ por ano	
	Strassburg, (2011)	IPAM (Nepstad <i>et al.</i> , 2007)	Strassburg, (2011)	Strassburg, (2011)	IPAM (Nepstad <i>et al.</i> , 2007)
Pastagem	69	84	402	277	338
Soja	12	6	2.051	246	123
Outras culturas	19	10	3.500	665	350
Total ponderado	100	100	--	1.189	811

Fonte: Margulis *et al.*, 2011

Tabela Cap. 3 – 3.8

Capacidade instalada no Brasil: empreendimentos em operação.

Empreendimentos em operação							
Tipo		Capacidade instalada		%	Total		%
		N.º de usinas	(kW)		N.º de usinas	(kW)	
Hidro		1.063	84.790.118	64,43	1.063	84.790.118	64,43
Gás	Natural	111	12.007.805	9,12	150	13.691.468	10,4
	Processo	39	1.683.663	1,28			
Petróleo	Óleo diesel	1.008	3.473.868	2,64	1.042	7.724.515	5,87
	Óleo residual	34	4.250.647	3,23			
Biomassa	Bagaço de cana-de-açúcar	369	8.767.812	6,66	456	10.504.090	7,99
	Licor negro	14	1.246.222	0,95			
	Madeira	45	379.235	0,29			
	Biogás	19	74.388	0,06			
	Casca de arroz	9	36.433	0,03			
Nuclear		2	2.007.000	1,52	2	2.007.000	1,52
Carvão mineral	Carvão mineral	12	2.664.328	2,02	12	2.664.328	2,02
Eólica		93	2.044.538	1,55	93	2.044.538	1,55
Importação	Paraguai		5.650.000	4,3		8.170.000	6,22
	Argentina		2.250.000	1,72			
	Venezuela		200.000	0,15			
	Uruguai		70.000	0,05			
Total		2.818	131.596.057	100	2.818	131.596.057	100

Fonte: Aneel - Banco de Informações de Geração (ANEEL, 2013)

Tabela Cap. 3 - 3.9

Brasil: evolução das emissões de GEE na produção e no uso de energia; valores em MtCO₂eq referentes à queima de combustíveis fósseis.

Setor	2011	2016	2020	2021
Elétrico	30	54	68	69
Sistema Interligado Nacional (SIN) ⁽¹⁾	20	26	29	31
Autoprodução	10	28	39	38
Energético	25	334	46	48
Residencial	18	20	22	23
Comercial	2	2	2	2
Público	1	2	2	2
Agropecuário	18	22	25	25
Transportes	192	225	261	269
Industrial	99	133	160	165
Emissões fugitivas ⁽²⁾	12	27	36	38
TOTAL	397	519	622	641

Fonte: EPE, 2012

Notas: ¹ Não inclui sistemas isolados. ² Não incluem emissões nas minas de carvão

Tabela Cap. 3 – 3.10

Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica – em MW.

Bacia	Aproveitado	Inventário	Estimado	TOTAL ³¹	%
Amazonas	835	77.058	28.256	106.149	42,2
Paraná	41.696	10.742	5.363	57.801	23,0
Tocantins/Araguaia	12.198	11.297	4.540	28.035	11,2
São Francisco	10.290	5.550	1.917	17.757	7,1
Atlântico Sudeste	4.107	9.501	1.120	14.728	5,9
Uruguai	5.182	6.482	1.152	12.816	5,1
Atlântico Sul	1.637	1.734	2.066	5.437	2,2
Atlântico Leste	1.100	1.950	1.037	4.087	1,6
Paraguai	499	846	1.757	3.102	1,2
Parnaíba	225	819	0	1.044	0,4
Atlântico NE Oc.	0	58	318	376	0,1
Atlântico NE Or.	8	127	23	158	< 0,1
TOTAL	77.777	126.164	47.549	251.490	100,0
%	30,9	50,2	18,9	100,0	

Observações: 1/ potencial aproveitado inclui usinas existentes em dezembro de 2005 e os aproveitamentos em construção ou com concessão outorgada;

2/ inventário nesta tabela indica o nível mínimo de estudo do qual foi objeto o potencial;

3/ valores consideram apenas 50% da potência de aproveitamentos binacionais;

4/ Foi retirado o potencial das usinas exclusivamente de ponta.

Fonte: Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 (EPE, 2007)

Tabela Cap. 3 – 3.11

Reservas de carvão no Brasil em 2005.

Reservas (10 ³ t)				
Estado	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Maranhão	1.092	1.728	-	1.092
Paraná	4,184	212	-	3.509
Rio Grande do Sul	5.255.915	10.098.475	6.317.050	5.376.789
Santa Catarina	1.354.211	593.216	217.069	1.212.340
São Paulo	2.050	1.111	1.263	2.050
Total	6.617.452	10.694.742	6.535.382	6.595.780

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2006

Tabela Cap. 3 – 3.12

Características gerais dos carvões brasileiros.

UF	Jazida	Poder Calorífico (kcal/kg)	Carbono (% m/m)	Cinzas (% m/m)	Enxofre (% m/m)
PR	Cambuí	4.850	30	45	6
	Sapopema	4.900	30,5	43,5	7,8
SC	Barro Branco	2.700	21,4	62,1	4,3
	Bonito	2.800	26,5	58,3	4,7
RS	Candiota	3.200	23,3	52,5	1,6
	Santa Teresinha	3.800-4.300	28,0-30,0	41,0-49,5	0,5-1,9
	Morungava/ Chico Lomã	3.700-4.500	27,5-30,5	40,0-49,0	0,6-2,0
	Charqueadas	2.950	24,3	54	1,3
	Leão	2.950	24,1	56,6	1,3
	Iruí	3.200	23,1	52	2,5
	Capané	3.100	29,5	52	0,8

Fonte: Ministério de Minas e Energia (MME, 2009)

Tabela Cap. 3 – 3.13

Brasil: Potencial de geração de energia nuclear em 2030¹

Cenário	Volume de reservas	Potencial total	Potencial de novas usinas ²	
	t U ₃ O ₈	MW	MW	Unidades
1	66.200	7.800	4.500	4
2	177.500	2.800	17.500	17
3	309.370	36.400	33.000	33

OBS.: ¹ Os valores do potencial foram arredondados; ² O potencial de novas usinas inclui Angra 1 e 2, em operação, e Angra 3.
Fonte: Plano Nacional de Energia (PNE), 2030 (EPE, 2007)

Tabela Cap. 3 - 3.14

Capacidade das PCHs no período 2008 a 2011.

Situação	PCHs								
	2008		2009		2010		2011		
	Qtd	MW	Qtd	MW	Qtd	MW	Qtd	MW	
Em operação	310	2.209	358	3.018	389	3.440	397	3.530	
Em construção	77	1.264	73	998	61	780	52	692	
Autorização – outorgados	161	2.396	145	2.067	147	2.048	152	2.076	
Inventariado	Em processo de elaboração	169	0	470	1.042	505	669	1	10
	Em processo de aceite	20	560	52	560	30	0	0	0
	Em processo de análise	86	1.775	129	4.443	203	3768	40	625
	Complementação – expansão	0	0	0	0	0	0	4	85
	Disponíveis	484	2.649	396	8.738	493	9.071	13	75
Projeto básico	Em processo de elaboração	0	0	0	0	0	0	181	1.072
	Em processo de registro	215	1.421	1133	0	0	0	0	0
	Em processo de aceite	30	385	59	317	47	150	22	116
	Em processo de análise e complementação	282	3.525	343	1272	454	4754	467	3532
	Aprovado	0	0	0	0	0	0	75	616
TOTAL	1.834	16.184	3.158	22.455	2.329	24.680	1.404	12.429	

Fonte: elaboração a partir de dados do Boletim de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2011a)

Tabela Cap. 3 – 3.15

Taxas médias anuais crescimento do PIB – em %.

	Cenário A	Cenário B1	Cenário B2	Cenário C
PIB	5,1	4,1	3,2	2,2

Fonte: Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 (EPE, 2007)

Tabela Cap. 3 – 3.16

Taxa anual média de crescimento da energia de 2005 a 2030 – em %.

	Cenário A	Cenário B1	Cenário B2	Cenário C
Energia*	4,3	3,6	3,1	2,5
Energia elétrica	5,1	4,1	3,9	3,5

OBS: *Exclusive consumo pelo o setor energético e usos não energéticos.

Fonte: Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 (EPE, 2007)

Tabela Cap. 3 – 3.17

Redução de volume de emissões por opção de mitigação.

Opções de Mitigação		Redução Emissões 2010-2030	
		MtCO ₂	%
Demanda Energia		1407	77
	Eletricidade	28	2
	Combustível Fóssil	1378	98
Oferta Energia		423	23
Geração Energia		177	42
	Geração Eólica	19	11
	Co-geração Biomassa	158	89
Petróleo e Gás		246	58
	GTL	128	52
	Refino	118	48
	Total	1830	100
	Média Anual	92	

Fonte: Gouvello *et al.*, (2010)

Tabela Cap. 3 - 3.18

Redução de emissões por oportunidade de mitigação para 2030.

Oportunidades de Redução de emissões	Redução de Emissões MtCO ₂	Caso base 2030 MtCO ₂	Redução de emissões %
Matriz elétrica	7	90	8
Siderurgia	28	132	21
Química	24	66	36
Cimento	9,6	53	18
Petróleo e gás	8	57	14
Edificações	8,5	36	24
Total	85,1	434	20

Fonte: McKinsey, 2009b

Tabela Cap. 3 – 3.19

Emissões de GEE pelo setor de energia no Brasil em Mt por ano.

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC
1990	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

OBS.: não estão quantificadas as emissões de HFC-23, HFC-125, HFC-134a, HFC143a, HFC152a, CF4, C2F6 e SF6.

Fonte: Brasil, 2010b

Tabela Cap. 3 – 3.20

Ações para mitigação de emissões propostas pelo Brasil.

Ações de mitigação (NAMAs)	2020 – tendencial	Amplitude da redução 2020 –		Proporção de redução – em %	
		em milhões de tCO ₂ eq.			
Energia	901	166	207	6,1	7,7
Eficiência energética		12	15	0,4	0,6
Incremento do uso de biocombustíveis		48	60	1,8	2,2
Expansão da oferta de energia por hidroelétricas		79	99	2,9	3,7
Fontes alternativas: PCH, bioeletricidade e eólica		26	33	1	1,2
TOTAL	901	331	414	12,2	15,4

Fonte: MMA, 2009

Tabela Cap. 3 – 3.21

Potencial de redução de emissões de CO₂: mudanças comportamentais.

PAÍS	REFERÊNCIA	MEDIDA	REDUÇÃO POTENCIAL DE EMISSÃO DE CO ₂ EM %
UK	Lindqvist e Tegner (1998) ¹ , Gross et al. (2009)	compartilhamento de veículo	0,3
UK	Rydén e Morin (2005), Shaheen e Cohen (2007)	compartilhamento e clubes de carro	39 a 54
UK	Ledbury (2007) ²	compartilhamento de veículo	6,4
UK	Smokers et al. (2006)	direção ecológica	10
UK	UKHCEAC (2006)	Diversos	19
UK	McKinsey (2009c)	direção ecológica com redução de distância e melhora do fluxo de tráfego	3

Notas: ¹Prática de compartilhamento de veículo e uso de pistas expressas para unidades de alta ocupação – high occupation vehicles (HOV); ²Se 15% dos britânicos adotassem o método dos clubes de carros, deixariam de ser emitidas à atmosfera 7,75 megatoneladas de CO₂CI.

Tabela Cap. 3 - 3.22

Potencial de redução do volume de emissões de CO₂ através de medidas e tecnologias combinadas.

PAÍS	REFERÊNCIA	MEDIDA	PERCENTUAL DE REDUÇÃO POTENCIAL DE VOLUME DE EMISSÃO DE CO ₂ – em % ¹
UK	TFL ² (2007)	Redução de tráfego de veículos de uso privado no centro de Londres minorando congestionamentos e produção de CO ₂ .	16
UK	Walsh <i>et al.</i> (2008)	Várias alternativas de transporte combinadas em substituição ao automóvel, incluindo viagens a pé.	33 a 83

Notas: ¹Considera esta redução até 2050; ²*Transport for London*.

Tabela Cap. 3 – 3.23

Eficiência energética do sistema de propulsão convencional em automóveis.

		REFERÊNCIAS							
		1	2	3	4	5	6		
COMPONENTES DA OFERTA DE ENERGIA									
ENERGIA DISPONÍVEL NO COMBUSTÍVEL EM %				100	100	100	100	100	100
COMPONENTES DO SISTEMA DE PROPULSÃO	Motores de combustão interna (MCI)	Perdas de energia	sistema de refrigeração	36	30	30	20	73	79
			gases de exaustão	38	35	35	35		
			fricção dos componentes do motor	6	5	5	-		
			radiação térmica do motor	-	-	5	20		
	Eficiência do MCI			20	30	25	25	27	21
	Sistema de transmissão mecânica (STM)	Perdas de energia	transmissão	10	17	40	24	18,5	28,6
			pneus	15	-	-	-	-	-
		Eficiência do STM			75	83	60	76	81,5
	Eficiência do conjunto			15	25	15	19	22	15
	OFERTA FINAL DE ENERGIA				15	25	15	19	22
PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES NA DEMANDA POR ENERGIA									
RESISTÊNCIA AO MOVIMENTO									
RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO			-	6	-	4,2	7	4	
RESISTÊNCIA AERODINÂMICA			8	13	10	10,5	11	3	
ENERGIA DISPONÍVEL PARA VENCER A INÉRCIA, RAMPAS E OS EQUIPAMENTOS AUXILIARES			7	6	5	4,3	4	8	

OBS.: O ciclo Euromix compreende percurso do qual um terço se dá em condições de tráfego urbano, e as outras terças partes ocorrem, respectivamente, a velocidades constantes de 90 quilômetros por hora (km/h) e 120 km/h.

Fonte: Elaboração própria com base em: 1) automóvel norte-americano típico operando sob condições corriqueiras de tráfego urbano (Ristinen e Kraushaar, 1999); 2) automóvel europeu com motor a óleo diesel em ciclo Euromix (Poulton, 1997); 3) automóvel norte-americano típico (Wiser, 2000); 4) automóvel norte-americano típico em (OECD, 1997); 5) regime de operação rodoviária (NRC, 2006); 6) regime de operação urbana (NRC, 2006).

Tabela Cap. 3 – 3.24

Potencial de aumento de eficiência energética em automóveis.

CICLO	APLICAÇÃO	TECNOLOGIA	POTENCIAL DE AUMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM %	PRAZO PARA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS EM ANOS
OTTO	Motor de combustão interna (MCI)	Diminuição de tamanho do motor com sobrealimentação	3 a 8	3 a 6
		Injeção direta	10 a 15	3 a 6
		Motor de ignição por compressão de carga homogênea (HCCI)	15	3 a 6
		Comando variável de válvula (VVT&L)	3 a 8	até 3
		Variador do tempo de válvula (VVT)	2 a 3	N.I.
		Desativação de cilindros	4 a 6	acima de 6
		Motor sem eixo de cames (CVA)	5 a 10	acima de 6
		Razão de compressão variável (VCR)	2 a 6	3 a 6
	Sistema de transmissão mecânica (STM)	Transmissão variável contínua (CVT)	4 a 6	até 3
		Partida integrada/ gerador (ISG)	5 a 10	3 a 6
		Transmissão automática em seis velocidades	1 a 2	3 a 6
		Transmissão automática/manual (AST/AMT)	4 a 8	não informado
	Veículo	Sistema elétrico do veículo (> 42 V) ao redor de 42 volts	1	3 a 6
		Redução de coeficiente de arraste aerodinâmico em 10%	1 a 2	até 3
		Redução da resistência ao rolamento em 10%	1 a 2	até 3
		Redução de massa do veículo em 10%	7	até 3
		Melhorias no ar condicionado	não informado	até 3

Fonte: Elaboração própria com base em Smith, 2010; NRC, 2002

Tabela Cap. 3 – 3.25

Potencial de aumento de eficiência energética em veículos comerciais.

CICLO	APLICAÇÃO	TECNOLOGIA	POTENCIAL DE AUMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM %	PRAZO PARA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS
A DIESEL	Motor de combustão interna (MCI)	Melhorias no turbo compressor	2 a 5	já disponível
		Válvula de atuação variável (VVA ¹)	1	já disponível
		Pós-tratamento (EGR ¹) com arrefecimento avançado	1	já disponível
		Eletrificação de acessórios	2 a 4	não informado.
		Redução de perdas por fricção	1 a 2	não informado
		Ciclos de combustão alternativos	N. I.	não informado
		Aumento de conversão de pós-tratamento (SCR ²)	3 a 4	já disponível
		Sistema de recuperação de energia residual	10	disponível em cinco anos
	Sistema de transmissão	Automatizado (AMT)	4 a 8	já disponível
		Transmissão variável contínua (CVT)	4 a 8	disponível em três a seis anos
		Transmissão de dupla embreagem	2	disponível em três a seis anos
	Veículo	Melhora de coeficiente aerodinâmico em 10%	1 a 2	disponível em até três anos
		Resistência ao rolamento em 10%	1 a 2	disponível em até três anos
Redução da massa do veículo em 10%		7	disponível em até três anos	

Fonte: Elaboração própria com base em NRC, 2010

Tabela Cap. 3 - 3.26

Potencial de redução de emissões de CO₂ por transferência modal.

PAÍS	REFERÊNCIA	TIPO DE TRANSPORTE	POTENCIAL DE REDUÇÃO DE CO ₂ EM %	VOLUME DE CO ₂ EMITIDO EM GRAMAS CÁLCULADO PARA PASSAGEIROS POR QUILÔMETRO
UK	DEFRA (2007)	carros particulares	-	de 124,2 gramas – diesel – a 130,9 – gasolina (gasolina)
	DEFRA (2007)	Ônibus	28,3 a 31,9	89,1
UK	DEFRA (2007)	Trem diesel elétrico	51,5 a 54	60,2
UK	Kemp (2007)	trem elétrico ou megabus ¹	59,7 a 61,8	50
UK	Givoni et.al. (2009)	trem a diesel	44,4 a 47,3	69
UK	Givoni et.al. (2009)	trem elétrico	56,5 a 58,8	54
USA	Chester e Horvath (2009)	ônibus a diesel horário de pico ²	59,7 a 61,8	50
USA	Chester e Horvath (2009)	ônibus a diesel fora do horário de pico ³	222, a 205,6	400

Notas: ¹ Ônibus rodoviários que podem transportar até 91 passageiros. O consumo de combustível é de 0,63 litro para cada 100 lugares por quilômetro.

² Com cerca de 60 passageiros por veículo, incluindo os que viajam em pé.

³ Com cerca de cinco passageiros por veículo. Neste caso, houve aumento de emissão de CO₂. Os valores se referem apenas ao uso final.

Tabela Cap. 3 – 3.27

Potencial de redução de uso de energia e emissão de CO₂ por transferência modal.

MEDIDA	REFERÊNCIA	REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM %	PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CO ₂
Transferência do modo de cargas geral rodoviário para o ferroviário no Canadá.	Steenhof <i>et al.</i> (2006)	23	10
Promoção de melhor eficiência operacional do modo rodoviário associado a transferência modal de cargas gerais para o ferroviário. ¹	Stanley <i>et al.</i> (2009)	20	30
Transferência modal de cargas gerais do rodoviário para o ferroviário e aquaviário. ²	Real <i>et al.</i> (2009)	-	43,1
Transferência modal de cargas gerais do rodoviário para o ferroviário. ³	Uherek <i>et al.</i> (2010)	20 a 30	-
Transferência modal de cargas gerais do rodoviário para o ferroviário. ⁴	Gouvello <i>et al.</i> (2010)	-	38,3
Transferência modal do transporte rodoviário de etanol para o dutoviário. ⁵	Leal Jr. e D'Agosto (2011a)	75,8	81,5

Notas: ¹ Projeção para o ano de 2020. ² A implantação das obras propostas no PNL (PNLT, 2007) poderia reduzir o desequilíbrio da matriz de transporte, de tal forma que em 2025, 30% do transporte de carga seria realizado pelo modo rodoviário, 35% pelo ferroviário, 29% via aquaviário, 5% pelo dutoviário e 1% via modo aéreo. ³ Estima-se que na Europa, seria possível substituir 2,5% a 5% do transporte rodoviário pelo ferroviário. ⁴ seria possível uma redução de 38,3% de CO₂ com base no cenário atual e 6,66%, considerando o crescimento da produção até 2030. ⁵ Os mesmos autores demonstram que isso pode ser feito sem comprometer aspectos econômico-financeiros.

Fonte: Leal Junior e D'Agosto, 2011b

Tabela Cap. 3 – 3.28

Modos de transporte de carga no Brasil: capacidade, consumo de energia, emissão de CO₂ e cargas potencialmente aptas para transferência modal.

MODO		CAPACIDADE DE TRANSPORTE EM TONELADAS	CONSUMO DE ENERGIA ¹ – em MJ/t.km	QUILOS DE CO ₂ EMITIDOS EM TONELADAS POR QUILOMETRO TRANSPORTADO ² – em kg/t.km	CARGAS DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO COM POTENCIAL PARA TRANSFERÊNCIA MODAL
RODOVIÁRIO		26 ³	1,663	0,119	
FERROVIÁRIO		10.000 ⁴	0,483	0,035	commodities agrícolas, produtos siderúrgicos e carga geral conteneurizada.
DUTOVIÁRIO		26.000 ⁵	0,112 ⁹	0 ⁹	Biocombustíveis.
AQUAVIÁRIO	fluvial	22.500 ⁶	0,284	0,0203	commodities agrícolas e biocombustíveis.
	de cabotagem	54.500 ⁸	0,130	0,0157	todas as cargas.
AÉREO		62 ⁷	12,390 ¹⁰	0,886 ¹⁰	carga geral.

Notas: ¹ Cada litro de diesel é igual a 38,32 mega Joules (MJ) e de querosene de aviação, igual a 47,8 MJ ² Fator de emissão diesel igual 2,7458 quilos por litro e no caso do querosene de aviação, igual a 3,4177 quilos por litro ³ Veículo semi-pesado. ⁴ Composição ferroviária de PRIMEIRO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO NACIONAL 175 100 vagões com capacidade de 100 toneladas cada. ⁵Duto para etanol com capacidade diária. ⁶Comboio fluvial com quinze barcaças com capacidade de 1.500 toneladas. ⁷Boeing 747-400. ⁸ Frota Transpetro ⁹Energia hidroelétrica. ¹⁰Com base em querosene de aviação.

Fonte: Rodrigues, 2007; Odebrecht, 2007; Ristinen e Kraushaar, 1999; D'Agosto e Ribeiro, 2009; GHG, 2008; Ribeiro et al., 2007; TRANSPETRO, 2008

Tabela Cap. 3 - 3.29

Meta setorial para emissões de GEE no setor de energia em 2020, de acordo com a Política Nacional sobre Mudança do Clima.

	Megatoneladas de CO₂ equivalente	%
Cenário PDE com o abatimento já considerado	634	73
Mitigação das emissões incluindo as ações consideradas pelo PDE	234	27
Cenário de referência: 2020	868	100%

OBS.: Emissões do setor industrial em 2005 devidas ao consumo de energia: 314 megatoneladas de gás carbônico (MtCO₂).
Fonte: Decreto nº 7.390/2010, (Brasil, 2010f)

Tabela Cap. 3 – 3.30

Potencial típico de economia de energia para medidas diversas em sistemas de geração e uso de vapor.

Medidas de otimização	% de economia típica
Instalação e manutenção de purgadores	5
Instalação de economizador para água de alimentação	5
Aumento de recuperação do condensado	10
Instalação de pré-aquecedores de ar de combustão	3
Otimização de operação de caldeiras	2
Limpeza de superfícies de troca de calor em caldeiras e correção de seus refratários	2 a 3
Melhorias no balanço térmico do sistema	1 a 2
Redução de pressão de caldeiras	1 a 2
Vapor flash de condensado	até 10
Recompressão de vapor	até 20
Melhoria na descarga de fundo de caldeiras	2 a 5

Fonte: DOE, 2002

Tabela Cap. 3 – 3.31

Características das tecnologias de cogeração em ciclo topping.

Tecnologia	Porte típico da unidade (MW) _e	Heat rate (MJ/kWh)	Razão vapor/eletricidade (kg/kWh)	Eficiência global (%)
Turbinas a vapor				
Contrapressão	0,5 a 60	15 a 42	4,5 a 13,6	75 a 85
Condensação/ Extração	10 a 100	10 a 42	0,0 a 13,6	70 a 80
Turbinas a combustão	0,5 a 100	10 a 16	1,1 a 4,5	65 a 75
Motor a diesel	0,1 a 30	9 a 12	0,5 a 1,4	75 a 85

Fonte: OTA, 1993

Tabela Cap. 3 - 3.32

Oferta de biomassa por tipo de resíduo no Brasil em 2005.

	Toneladas por ano	Energia equivalente (milhões de barris equivalentes de petróleo por)
TOTAL	55	42,4
Resíduos agrícolas	478	35,4
Milho	176	14,3
Soja	185	12,5
Cana-de-açúcar – palha	60	4,4
Arroz – palha	57	4,2
Resíduos agroindustriais	80	5,9
Cana-de-açúcar – bagaço	58	4,6
Lixívia	13	0,8
Madeira	6	0,4
Arroz – casca	2	0,2
Florestas energéticas	13	1,1
Madeira excedente	13	1,1

OBS.: 1 bep = 5,95 gigajoule (GJ).

Fonte: EPE, 2007

Tabela Cap. 3 – 3.33

Porcentagem por segmento industrial de contribuição das medidas para abatimento de CO2 acumulado entre 2010 e 2030.

Medida	Alimentos e bebidas	Cimento	Não ferrosos	Ferroligas	Química	Cerâmica	Mineração e pelotização	Têxtil	Outras indústrias	Ferro-gusa e aço	Papel e celulose	Indústria - total
Eficiência energética	11,5	54,1	58,0	15,3	66,1	27,8	81,2	85,9	47,9	42,5	31,9	43,1
Reciclagem	0,0	8,0	24,9	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	3,9	6,0	28,9	4,9
Substituição por gás natural	1,9	0,4	15,6	1,0	13,9	0,8	18,8	11,4	7,8	0,1	6,9	2,8
Energia solar térmica	2,1	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
Substituição de fósseis por biomassa	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	9,8	4,5
Eliminação de biomassa não renovável	33,6	37,5	1,5	83,7	0,1	68,5	0,0	2,7	40,5	41,3	9,4	36,9
Cogeração	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,2	6,1

Fonte: Elaborado a partir de Henriques Jr., 2010

Tabela Cap. 3 – 3.33

Fração do N de resíduos e fertilizantes, emitida diretamente como N₂O, em sistemas de produção de grãos com diferentes manejos.

Local	Tipo	Argila	Sistema	Culturas	Fração de nitrogênio no fertilizante emitida como gás	Referência
Eldorado do Sul (RS)	Argissolo	22%	PD	A+E/M+C	0,0060	Gomes et al. (2009)
				L+M	0,0075	
				P+M	0,0039	
				E/M	0,0056	
				A/M	0,0000	
Passo Fundo (RS)	Latossolo	63%	PD	S/T	0,0052	Jantalia et al., (2008)
				S/E	0,0059	
				M/T + N	0,0041	
				Sg/T + N	0,0024	
			PC	S/T	0,0067	
				S/E	0,0060	
				M/T + N	0,0070	
Santo Antônio de Goiás (GO)	Latossolo	40%	PD	Az/B + N	0,0003	Metay et al. (2007)
			PC	Az/B. + N	0,0003	
Média			PD		0,0041	(0,0008)
PC				0,0046	(0,0013)	

Notas: A: aveia; Az: arroz de sequeiro; B: braquiária; C: caupi; E: ervilhaca; L: feijão lab-lab; M: milho; P: soja perene; S:soja; Sg: sorgo; T: trigo. Culturas + N: gramíneas anuais existentes fertilizadas com nitrogênio. Fator de emissão direta de N₂O proposto pelo IPCC (2006).

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes às obras citadas

Tabela Cap. 3 – 3.34

Estratégias de mitigação propostas para o setor agrícola no âmbito do programa de agricultura de baixo carbono.

Integração entre lavoura, pecuária e floresta (ILPF): aumentar área em quatro milhões de hectares, reduzindo as emissões de gases equivalentes entre 18 e 22 megatoneladas de CO ₂ .
Sistema plantio direto: ampliar sua aplicação na palha em quatro milhões de hectares, correspondendo à redução do equivalente a entre 16 e 20 megatoneladas de CO ₂ .
Fixação biológica de nitrogênio: ampliar seu uso em 5,5 milhões de hectares, reduzindo volume de emissões equivalente a 10 megatoneladas de CO ₂ .
Promover ações de reflorestamento, expandindo a área total com florestas plantadas, atualmente destinadas à produção de fibras, madeira e celulose, em três milhões de hectare.
Ampliar o uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de metros cúbicos de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico.
Recuperação de pastagens degradadas em área de quinze milhões de hectares por meio do manejo adequado e adubação para redução de volume de emissões entre o equivalente a 83 e 104 megatoneladas de CO ₂ .

Fonte: MAPA, 2010a

Tabela Cap. 3 – 3.35

Variações anuais de carbono no solo obtidas da comparação entre sistemas de plantio direto e convencional em culturas agrícolas da Região Sul e Cerrado.

Local	Cultura	Profundidade em cm*	Tempo em anos**	Variação do estoque de carbono em Mg por hectare ao ano***	Referências
Sul					
RS	Aveia e milho	17,5	17	-0,071	Diekow <i>et al.</i> (2005)
RS	Tremoço e milho	17,5	17	0,771	Diekow <i>et al.</i> (2005)
RS	Aveia/ervilhaca e milho/caupi ¹	17,5	9	0,839	Bayer <i>et al.</i> (2002)
RS	Trigo e soja	20	19	0,163	Amado <i>et al.</i> (2006)
PR	Trigo/aveia e soja/milho	20	10	1,940	Siqueira-Neto <i>et al.</i> (2009)
SC	Vários ³ -soja/milho/feijão	20	7	0,429	Amado <i>et al.</i> (2006)
RS	Vários ³ - soja/milho	20	19	0,247	Amado <i>et al.</i> (2006)
PR	Vários ³ - soja/milho	40	5	0,052	Franchini <i>et al.</i> (2007)
PR	Trigo - soja	60	20	0,800	Babujia <i>et al.</i> (2010)
RS	Trigo - soja	100	13	0,038	Sisti <i>et al.</i> (2004)
RS	Trigo - soja	100	17	-0,224	Boddey <i>et al.</i> (2010)
RS	Trigo/ervilhaca - soja/milho	100	13	1,292	Sisti <i>et al.</i> (2004)
RS	Vários ³ - soja/milho	100	17	0,518	Boddey <i>et al.</i> (2010)

Tabela Cap. 3 – 3.35 (continuação)

Variações anuais de carbono no solo obtidas da comparação entre sistemas de plantio direto e convencional em culturas agrícolas da Região Sul e Cerrado

Local	Cultura	Profundidade em cm*	Tempo em anos**	Varição do estoque de carbono em Mg por hectare ao ano***	Referências
MS	Pousio ² - soja/milho	20	5	0,600	Bayer et al. (2006a)
GO	Pousio ² - soja/milho	20	8	0,300	Bayer et al. (2006a)
GO	Milho ¹ /sorgo - soja/milho	20	12	0,830	Corbeels et al. (2006)
GO	Bracharia/ Crotalária ¹ - arroz	30	4	0,348	Metay et al. (2007)
DF	Vários ³ - soja	30	13	0,210	Marchão et al. (2009)
GO	Feijão irrigado –milho	40	4	-0,005	Freitas et al. (2000)
GO	Feijão irrigado –milho	40	5	0,352	D’Andréa et al. (2004)
GO	Feijão/tomate -milho/ arroz	40	5	2,166	D’Andréa et al. (2004)
PI	Vários ³ - soja	40	6	2,925	Leite et al. (2010)
MG	Feijão irrigado – milho	40	10	2,417	Rangel e Silva (2007)
MG	Feijão irrigado – milho	45	10	-0,300	Roscoe e Buurman (2003)
DF	Vários ³ - soja/milho	100	20	0,807	Jantalia et al. (2007)

OBS.:*Amostragem **Tempo de adoção do PD ***Se negativa, indica estoques de carbono no solo em sistema plantio direto inferiores aos encontrados em plantio convencional. Sempre que possível, os cálculos de estoques de carbono se referem à mesma massa de solo.

Notas: ¹ Caupi, milheto e crotalária são tipos de plantas; ² pousio, em agricultura, é nome que se dá ao descanso ou repouso proporcionado às terras cultiváveis; ³ o termo “Vários” refere-se a mais de uma espécie usada na safra de inverno de um mesmo ano (similar a mistura ou consórcio de espécies).

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes às obras citadas

Tabela Cap. 3 - 3.36

Estoques de carbono no solo de áreas de pastagem produtiva e degradada e suas variações anuais entre as duas condições para diferentes localidades do Brasil.

Local	Argila %	Profundidade em centímetros	Estoque de carbono no solo do tipo de pastagem relatado		Variação do estoque de carbono Em Mg quilo de carbono por hectare ao ano	Referências
			Produtiva	Degradada		
			em Mg quilo de carbono por hectare			
Luz (MG)	77	100	164,7	138,1	2,95	Braz et al. (2013)
Itaporã (MS)	46	100	95,5	84,8	1,78	Braz et al. (2013)
Penápolis (SP)	26	100	62	60,5	0,23	Braz et al. (2013)
Chapadão do Sul (MS)	11	100	62,3	53	1,06	Braz et al. (2013)
Goiânia (GO)	40	40	69,8	69,1	0,62	Freitas et al. (2000)*
Estados de Mato Grosso e Roraima	-	30	-	-	0,89	Maia et al. (2009)
Paragominas (PA)	-	100	100	108	1,60	Trumbore et al. (1995)
Itabela (BA)	-	100	-	-	0,66	Tarré et al. (2001)
Itabela (BA)	20	30	65,5	56,2	0,52	Costa et al. (2009)

OBS.: *Dados corrigidos para equivalência em massa de solo apresentados em Fisher et al., (2007).

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes às obras citadas

Tabela Cap. 3 – 3.37

Estratégias para mitigação de efeitos do gás metano entérico testadas no Brasil e seus respectivos fatores de emissão avaliados pela técnica do hexafluoreto de enxofre – SF6 – utilizada para medição de campo do metano ruminal em bovinos.

Estratégia de manejo e alimentação	Modo de ação	Tecnologia utilizada	Fator de emissão em quilo de gás metano – kg CH ₄ animal ⁻¹ ano ⁻¹	Referência
Aumento da digestibilidade da dieta	Aumenta o consumo de matéria seca (CMS) e diminui a emissão de metano por quilo de matéria seca ingerida (MSI).	Pastagem exclusiva e bem manejada durante as quatro estações do ano.	56,4 ± 18,4	Demarchi <i>et al.</i> (2003a e 2003b)
		Uso de silagem, feno, cana-de-açúcar e ureia.	65,3 ± 19,8	Magalhães <i>et al.</i> (2009)
		Uso de fenos com idades de corte diferentes.	49,3 ± 0,6	Nascimento (2007)
Média			57 ± 8	
Defaunação, ou seja, eliminação de protozoários ruminais.	Reduz protozoários e a produção de H ₂ .	Uso de taninos – Feno da leguminosa Leucena	50,5 ± 4,8	Possenti <i>et al.</i> (2008)

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela Cap. 3 – 3.37 (continuação)

Estratégias para mitigação de efeitos do gás metano entérico testadas no Brasil e seus respectivos fatores de emissão avaliados pela técnica do hexafluoreto de enxofre – SF6 – utilizada para medição de campo do metano ruminal em bovinos

Estratégia de manejo e alimentação	Modo de ação	Tecnologia utilizada	Fator de emissão em quilo de gás metano – kg CH ₄ animal ⁻¹ ano ⁻¹	Referência
Drenos alternativos para o H ₂ e aumento de crescimento microbiano.	Aumenta produção de ácido propílico e drena H ₂ .	Silagem e uso de alimentos concentrados	50,7 ± 4,5	Pedreira (2004)
		Silagem de sorgo – fonte de tanino + uso de alimentos concentrados e ureia	21,5 ± 4,1	Oliveira <i>et al.</i> (2007)
		Cana-de-açúcar e uso de alimentos concentrados	49,2 ± 8,5	Pedreira (2004)
		Feno de braquiária + ionóforo - molécula solúvel em lípidos	26,2 ± 6,6	Neto <i>et al.</i> (2009)
		Pastagem, suplementos minerais, protéicos e energéticos.	41,9 ± 1	Fontes <i>et al.</i> (2011)
		Pastagem e uso de ácidos graxos insaturados	35,1 ± 7	Carvalho <i>et al.</i> (2011)
		Confinamento e uso de ácidos graxos insaturados	33,1 ± 13,7	Carvalho <i>et al.</i> (2011)
Inibição de microrganismos metanogênicos	Dieta com dreno alternativo de H ₂ para reduzir a produção de CH ₄ .	Uso de cana-de-açúcar, nitrato e alimentos concentrados	31,4 ± 5,2	Hulshof <i>et al.</i> (2012)
Média			37,7 ± 10,2	

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela Cap. 3 – 3.38

Potencial de redução de emissões de GEE através de práticas que estimulam o dreno de C pelo solo e planta, ou que contribuem para reduzir as emissões de GEE.

	Varição de volume ou área	Drenos e fontes mitigadas	Total de mitigação em 2020	Redução das emissões em relação a linha de base ¹
Agricultura			Tg CO ₂	%
Expansão do plantio direto	8 Mha – expansão	C – fóssil C – Solo	16,7 a 25,4	2,3 a 3,5
Redução da área queimada para colheita de cana-de-açúcar	4,7 Mha – área ainda com queima	C – Solo GEE – queima	8,2 a 11,2	1,1 a 1,5
FBN e promoção de crescimento com uso de inoculantes microbianos para reduzir a fertilização nitrogenada	823,5 mil toneladas de N– fertilizante mineral aplicado em milho, cana e soja, que deve ser evitado.	C-fóssil N ₂ O – fertilizante	2,7 a 9,4	0,4 a 1,3
Total			27,6 a 46,0	3,8 a 6,3

Notas: ¹As emissões de GEE que formam a linha de base para a agropecuária nacional foram estimadas em 729,8 Mt CO₂e para o ano de 2020, segundo o PNMC, publicado em 2010.

Tabela Cap. 3 – 3.38 (continuação)

Potencial de redução de emissões de GEE através de práticas que estimulam o dreno de C pelo solo e planta, ou que contribuem para reduzir as emissões de GEE.

Pecuária				
Recuperação de pastagem – melhoria da oferta de pasto + efeito de redução de rebanho.	15 Mha – expansão	C-solo/GEE – queima/	59,5 a 92,1	8,2 a 12,6
+ aditivos da dieta para redução de metanogênese		CH ₄ – entérico	65,7 a 100,1	9,0 a 13,7
Biodigestores para dejetos de suínos	4,4 Mm ³ de dejetos – tratamento	CH ₄ – dejetos	0,6 a 1,7	0,1 a 0,2
Total			60,1 a 101,8	8,2 a 13,9
Florestas				
Aumento de plantios comerciais	3 Mha – expansão	C – biomassa	75,6 a 100,7	10,4 a 13,8
Total Brasil			163,3 a 248,5	22,4 a 34,1

Tabela Cap. 3 – 3.39

Externalidades positivas e negativas provocadas pela utilização de práticas mitigadoras de emissões de GEE na agricultura.

Estratégia	Externalidades		
	Positivas	Negativas	
		Efeito	Soluções possíveis
Expansão do plantio direto	<p>Erosão menor e infiltração maior de água no solo (Derpsch <i>et al.</i>, 1986)</p> <p>Aumento da fertilidade do solo, com processos biológicos incrementados na região de desenvolvimento radicular (Machado e Silva, 2001; Alves <i>et al.</i>, 2003)</p> <p>Maior economia de combustíveis (Fernandes <i>et al.</i>, 2008) e mais safras possíveis por ano, a partir da eliminação das fases de aração e gradagem (Fidelis <i>et al.</i>, 2003)</p>	<p>Maior consumo de herbicidas nos primeiros anos de adoção (Machado e Silva, 2001; Fidelis <i>et al.</i>, 2003);</p> <p>- Eventual problema de compactação em solos argilosos (Stone e Silveira, 1999);</p> <p>Surgimento de pragas pela falta de revolvimento do solo (Silva <i>et al.</i>, 2009)</p>	<p>- Manejo de culturas em sistema de rotação para abundante cobertura do solo e de forma permanente, durante o ano (Bolliger <i>et al.</i>, 2006; Silva <i>et al.</i>, 2009).</p>
Redução da área queimada para colheita de cana-de-açúcar	<p>Redução da poluição do ar</p> <p>- Conservação de nutrientes no sistema solo-planta (Garbiate <i>et al.</i>, 2011)</p> <p>Redução da erosão pela cobertura do solo com resíduos (Garbiate <i>et al.</i>, 2011)</p>	<p>Surgimento de pragas que se proliferam nos resíduos a exemplo de cigarrinha e brocas (Souza <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>- Eliminação de postos de trabalho na colheita da cana</p>	<p>Controle biológico e uso de variedades tolerantes (Dinardo-Miranda <i>et al.</i>, 2004; Souza <i>et al.</i>, 2008)</p> <p>Oferta de treinamento para reintegração na colheita mecanizada de, pelo menos, parte da mão-de-obra dispensada</p>

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes das obras citadas

Tabela Cap. 3 - 3.39 (continuação)

Externalidades positivas e negativas provocadas pela utilização de práticas mitigadoras de emissões de GEE na agricultura.

Estratégia	Externalidades		
	Positivas	Negativas	
		Efeito	Soluções possíveis
FBN e promoção de crescimento com uso de inoculantes microbianos para reduzir a fertilização nitrogenada	Redução de custos de produção e riscos de poluição por conta de perdas do nitrogênio contido em fertilizantes (Bhattacharjee <i>et al.</i> , 2008)	Risco de piora no desempenho do inoculante em função do nível de fertilidade do solo (Bhattacharjee <i>et al.</i> , 2008)	Ainda sem solução.
Recuperação de pastagem – melhoria da oferta de pasto + efeito de redução de rebanho + aditivos da dieta para redução de metanogênese	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de erosão e aumento da fertilidade do solo; - Disponibilização de terras para expansão agrícola e reflorestamento; (Euclides <i>et al.</i>, 2010); - Conforto animal em sistemas que utilizam árvores (ILPF). (Navarini <i>et al.</i>, 2009). 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo de recuperação (Euclides <i>et al.</i>, 2010; Gouvello <i>et al.</i>, 2010) - Maior custo de alimentação - Maior excreção de nutrientes, a exemplo de N, P e K. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivos financeiros (Gouvello <i>et al.</i>, 2010); - Manejo adequado de dejetos.
Biodigestores para dejetos de suínos	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de energia na unidade de produção (Salomon & Lora, 2005); - Redução do potencial poluidor dos resíduos (Romero e Philippi Jr., 2011) 	Custo de instalação e manutenção (Romero e Philippi Jr., 2011)	Incentivos financeiros com fiscalização e controle (Romero e Philippi Jr., 2011)
Reflorestamento comercial	<ul style="list-style-type: none"> Redução da pressão sobre florestas nativas (Gouvello <i>et al.</i>, 2010) Aumento da biodiversidade em áreas anteriormente degradadas (Vital, 2007) Amenização da temperatura local (Vital, 2007). Aumento da oferta de emprego relacionado ao manejo das plantios. 	<ul style="list-style-type: none"> Alterações de ciclo hidrológico (Vital, 2007) Ameaça a áreas nativas por espécies exóticas usadas nos plantios (Zanchetta e Diniz, 2006; Delariva e Agostinho, 1999) 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção de resíduos de colheita sobre o solo e estabelecimento de corredores florestais (Vital, 2007) Avaliação quanto aos possíveis impactos da espécie florestal nos ecossistemas (Vital, 2007)

Fonte: Elaborado a partir de informações constantes das obras citadas

Tabela Cap. 3 – 3.40

Principais funções e usos do ecossistema de manguezais.

ÁREAS	CATEGORIA DE RECURSOS	TIPOS
Biogeoquímica	Funções e serviços	Retenção de sedimentos carregados pelos rios, estabilização e aumento da linha da costa pela propagação da área ocupada pela vegetação. Armazenamento de carbono e outros elementos. Filtragem de metais pesados.
	Uso indireto	Responsável pela produção, reciclagem e exportação de nutrientes que são depositados no seu solo.
Ecológica	Funções e serviços	Habitat, reprodução e alimentação de espécies.
	Uso indireto	Concentração de nutrientes; zona de berçário natural para as espécies características desses ambientes, bem como para peixes anádromos – crescem no mar e se reproduzem em água doce – e catádromos – peixes que vivem em água doce, mas se reproduzem no mar –, e outros animais que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do ciclo biológico. Renovação do estoque pesqueiro de interesse econômico das áreas marinhas costeiras. Áreas de nidificação e alimentação para aves, locais de descanso e nutrição das espécies migratórias de outros países.

Fonte: Adaptado de Mattos-Fonseca *et al.*, 2000

Tabela Cap. 3 – 3.40 (continuação)

Principais funções e usos do ecossistema de manguezais.

ÁREAS	CATEGORIA DE RECURSOS	TIPOS
Antropocêntrica	Funções e serviços	Habitação. Áreas de conforto visual, recreação e lazer.
	Uso direto	Extração de madeira, tanino, óleos, açúcares, álcool, plantas medicinais. Captura de peixes, crustáceos e moluscos – estoques de expressiva biomassa –, constituindo fontes de proteína animal de alto valor nutricional e importante fonte de divisas para o País.
	Uso indireto	Proteção da linha de costa: barreira mecânica à ação erosiva das ondas, marés e ventos. Regulação do microclima. Sequestro de carbono.
	Não uso	Valor de existência.

Fonte: Adaptado de Mattos-Fonseca *et al.*, 2000

Tabela Cap. 3 – 3.41

Publicações sobre a área mundial de manguezais.

REFERÊNCIA	ANO	Nº DE PAÍSES	ÁREA TOTAL ESTIMADA – Hectares*
FAO/UNEP (1981)	1980	51	15.642.673
Saenger <i>et al.</i> (1983)	1983	65	16.221.000
FAO (1994)	1980-1985	56	16.500.000
Groombridge (1992)	1992	87	19.847.861
Itto e Isme (1993)	1993	54	12.429.115
Fischer e Spalding (1993)	1993	91	19.881.800
Spalding <i>et al.</i> (1997)	1997	112	18.100.077
Aizpuru <i>et al.</i> (2000)	2000	112	17.075.600

OBS.:*1 hectare = 0,01 quilômetro quadrado; e 1 quilômetro quadrado = 100 hectares.

Fonte: Adaptado de FAO, 2007b

Tabela Cap. 3 – 3.42

Evolução das áreas de manguezais no Brasil, 1980-2005.

Estimativa confiável mais recente – hectares para o ano de referência 1991	1980 - hectares	1990 – hectares	Perdas anuais 1980-1990		2000 – hectares	Perdas anuais 1990-2000		2005 – hectares	Perdas anuais 2000-2005	
			Ha	%		Ha	%		Ha	%
1.012.376	1.050.000	1.015.000	35.000	3,3	1.000.000	5.000	1,5	1.000.000	0	0

Fonte: Adaptado de FAO, 2007b

Tabela Cap. 3 – 3.43

Estoque e emissão de CO₂ por biomas devido a alterações na cobertura da terra.

Biomas	Área original – em hectare	Estoque de C no bioma original – Pg C ***	% do bioma alterado entre 1994 e 2002*	Emissão líquida – Pg CO ₂ – entre 1940 e 1995*	Emissão líquida – Pg CO ₂ – entre 1994 e 2002*	Emissão líquida – Pg CO ₂ – total do bioma entre 1940 e 2002
Amazônia	419.763.073	68,4	19,2	15,76±6,9	6,8	22,56±6,9
Cerrado	203.953.330	21,3	12,9	17,96±9,9	2,4	20,36±9,9
Pantanal	15.131.022	0,65	7	0,88±0,47	0,12	1±0,47
Caatinga	82.789.139	6,5	9,7	0,77±0,44	0,30	1,07±0,44
M a t a Atlântica	111.789.930	17,6	41	27,13 ±15	0,63	27,76±15
Pampa	16.571.297	1,3	1,8%	0,44±0,25	-0,0016	0,438±0,25

*Intervalo de confiança de 90%

Fonte: Brasil, 2010b; Leite et al., 2012

Tabela Cap. 3 - 3.44

Fluxo total de carbono em área de manguezal*

Períodos	Total – kg C ha ⁻¹ dia ⁻¹		
	Diurno 06:00 – 18:30	Noturno 19:00 – 05:30	24 horas 18:30 – 19:00
Chuvoso	-30,54	15,97	-14,57
Seco	-26,71	18,88	-7,82
Diferença	3,83	2,91	6,75
Diferença (%)	-12,55	18,24	-46,30

* Dados obtidos nos meses de janeiro de 2001 e novembro de 2002, correspondendo aos períodos chuvoso e seco na região, respectivamente.

Fonte: Adaptada de Oliveira et al., 2004b

Tabela Cap. 3 – 3.46

Valores de densidade, biomassa e carbono armazenados em *Avicennia shaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* no manguezal de Itaipu - Niterói, Rio de Janeiro.

ESPÉCIE	DENSIDADE (INDIVÍDUOS/HECTARE)	BIOMASSA (T/HA ⁻¹) PESO SECO*	CARBONO (T/HA ⁻¹)
<i>Avicennia shaueriana</i>	2971	119,58	59,79
<i>Laguncularia racemosa</i>	3271	31,43	15,72
<i>Rhizophora mangle</i>	57	1,18	0,59
Total		152,19	76,09

Notas:*Peso seco: medição da massa de planta após secar por 48 horas para eliminar a água do material.

Fonte: adaptada de Cogliatti-Carvalho e Mattos-Fonseca, 2004

Tabela Cap. 3 – 3.47

Composição da área de florestas plantadas no Brasil até 2009.

Espécie	Nome científico	Área - em hectares	%
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp</i>	4.515.730	66,58
Pinus	<i>Pinus spp</i>	1.794.720	26,46
Acácia	<i>Acaciameamsii/A. mangium</i>	174.150	2,57
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	128.460	1,89
Paricá	<i>Schizolobiumamazonicum</i>	85.320	1,26
Teca	<i>Tectonagrandis</i>	65.240	0,96
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	1.2110	0,18
Populus	<i>Populus spp</i>	4.030	0,06
Outras		2.740	0,04
Total		6.782.500	100

Fonte: Adaptada de ABRAF, 2010

Sumário do GT3 para Formuladores de Políticas

Quadros

Quadro Cap. 2 – 2.1

Classes de risco e incertezas.

- **Aleatoriedade:** a incerteza pode ser apresentada numa fundamentada distribuição de probabilidade. Assim, por exemplo, assumindo que o clima não muda, o potencial suprimento de vento, sol e precipitação em uma área específica pode ser estatisticamente conhecido. Em casos de incerteza aleatória, a maximização da utilidade esperada é o modelo padrão para a tomada de decisão.
- **Possibilidade:** o grau de “não-implausibilidade” de um futuro pode ser definido rigorosamente usando a noção de exceções aceitáveis (Halsnaes *et al.*, 2007, apud De Finetti, 1937; e Shackle, 1949). Exemplificando, verifica-se que, a despeito da controvérsia científica sobre a atribuição de uma distribuição de probabilidade precisa do futuro distante para variáveis influenciadas por escolhas sociais como, por exemplo, a temperatura global em 2100, conclui-se que alguns resultados são menos possíveis de ocorrer que outros.
- **Knightian risk ou incerteza profunda:** estudo publicado por Knight em 1921 descreve situações em que a lista de possíveis resultados é conhecida, mas as probabilidades de ocorrência são imprecisas. A ausência de informações no momento em que as decisões devem ser tomadas implica incerteza quanto ao curso futuro dos eventos (Palludeto e Ribeiro, 2011). O relato de séries de resultados possíveis, mesmo que em situação de profunda incerteza, pode permitir que precauções sejam adotadas para prevenir o risco climático.
- **Incerteza estrutural:** é caracterizada pelo “desconhecimento do desconhecido”. Nas palavras de Palludeto e Ribeiro (2011), parte das informações está oculta por, simplesmente, não existir ainda; ou seja, a realidade manifesta a natureza *sui generis* da incerteza fundamental. Assim, não existe um modelo que inclua todas as variáveis e associações (conexões) possíveis de ocorrerem. A incerteza estrutural é atenuada quando resultados convergentes são obtidos através de modelos diferentes e métodos de análise, bem como de observação.
- **Fuzzyness ou imprecisão:** descreve a natureza de variáveis e/ou resultados difusos.

Fonte: Adaptado de Halsnaes *et al.*, 2007

Quadro Cap. 2 – 2.2

Potencial benefício colateral para o setor de saúde decorrente da mitigação da mudança do clima.

O desenvolvimento econômico e social de um País está vinculado ao crescimento da renda nacional, associado ao bem-estar social equitativo de sua população, à redução dos riscos ambientais e à manutenção dos respectivos serviços ecossistêmicos. O bem-estar social não pode estar dissociado da qualidade da saúde humana da população.

A adoção imediata de políticas, programas e tecnologias de mitigação à mudança do clima podem contribuir, também, para a redução concomitante dos danos à saúde humana, caracterizando-se, assim, como benefício social (WHO, 2011).

No Brasil, alguns estudos realizados já mostram que a adoção de políticas de mitigação na redução dos GEE, mediante a implantação preventiva de programas de energias limpa e eficiente, resulta em benefícios colaterais para as populações urbanas. Evento realizado em São Paulo, anterior a um encontro dos prefeitos das grandes cidades – São Paulo C40 Large Cities Climate Summit, 2011 – resultou em publicação dos possíveis benefícios para a saúde humana de medidas que mitigam os efeitos da mudança do clima (Rede C40, 2011).

Pode-se citar três exemplos de políticas de baixo carbono para a cidade de São Paulo em vários setores. A saber:

- Transporte público: A diminuição do tempo de deslocamento através do sistema metroviário, em 2010, permitiu um ganho de mais de 575 milhões de horas e a redução de treze mil acidentes de trânsito, com economia de R\$ 138 milhões nos gastos com saúde pública (Metrô de São Paulo, 2010);
- Saneamento: um estudo estimou que, se a mesma cobertura da coleta de esgotos das dez maiores cidades fosse estendida para o conjunto das 81 cidades brasileiras com população acima de 300 mil habitantes, haveria uma redução de aproximadamente metade das internações hospitalares por diarreia e uma economia da ordem de R\$ 11 milhões em custos de internação (Kronenberger e Junior, 2010); e,
- Energia: estudo realizado na cidade de São Paulo estimou que a troca do combustível – diesel para etanol – nos ônibus do transporte público municipal possibilitaria redução de internações hospitalares – à razão de 8.002 casos por ano – e da mortalidade – 130 casos por ano (Saldiva, 2010).

Quadro Cap. 3 – 3.1

A importância da taxa de desconto.

Um dos aspectos mais relevantes na questão da análise econômica diz respeito à alocação intertemporal de recursos. Esta questão decorre do fato de que os indivíduos preferem o consumo presente ao consumo futuro atribuindo, portanto, mais valor a um bem no presente do que ao mesmo bem no futuro. Um grande instrumento de política econômica para a alocação intertemporal eficiente de recursos é o uso da taxa de desconto (d) que reflete a razão entre a preferência dos indivíduos pelo consumo presente em relação ao consumo futuro.

Países com economia desenvolvida apresentam taxas de desconto menores em comparação às dos países em desenvolvimento pois (1) o nível de desenvolvimento alcançado reduz a demanda por investimentos e (2) a oferta de fundos é grande, dado o nível de poupança alcançado. Nas economias em desenvolvimento ocorre o oposto: a demanda por investimentos é relativamente superior, enquanto os recursos para investimento são escassos. Neste caso, a preferência social é pela utilização dos poucos recursos disponíveis no presente, observando-se assim uma alta taxa de desconto. Em economias ricas a literatura sugere taxas que variam entre 2 e 5% ao ano, enquanto que em economias em desenvolvimento se situam entre 8 e 17% ao ano.

Portanto, o desempenho econômico de um projeto é influenciado pela taxa de desconto em função da distribuição dos seus custos e dos seus benefícios ao longo do tempo. Quanto mais distante o retorno do investimento (benefício) no tempo, tanto menos viável será o projeto quanto mais alta for a taxa de desconto. No caso de projetos de mesmo benefício (por exemplo, o benefício corresponde à receita com a geração elétrica) com tecnologias diferentes (eólica ou termelétrica), aqueles que têm custos totais (investimento e operação) distribuídos em mais longo prazo em vez de realizados em curto prazo, tornam-se de mais baixo custo quanto maior for a taxa de desconto (geralmente porque o custo operacional alto no futuro será baixo em valor presente).

O estudo do Banco Mundial (De Gouvello *et al.*, 2010) compara os custos das tecnologias de mitigação que compõem o cenário de baixo carbono com os custos das tecnologias previstas no cenário de referência. Observa-se que em sua grande maioria, as tecnologias de mitigação apresentam menores custos de abatimento quanto menor a taxa de desconto. Por exemplo, o custo de geração de eletricidade de fonte eólica, comparativamente ao custo da geração do cenário de referência que contém fontes convencionais (um mix de fontes de geração), apresenta um custo negativo de US\$ 162/tCO₂eq a uma taxa de desconto de 4% a.a. e um custo positivo de US\$ 64/tCO₂eq a uma taxa de desconto de 12% a.a. Isto significa que a 4% a.a., a cada tonelada abatida, o empreendimento tem um retorno de US\$ 162 e que a 12% tem um custo de US\$ 64 necessitando, neste caso, um subsídio para tornar-se viável. Portanto, uma alta taxa de desconto penaliza grande parte dos investimentos em energias alternativas.

Quadro Cap. 4 - 4.1

Principais eventos, conferências, acordos e instrumentos na governança global do clima.

ANO	PRINCIPAIS EVENTOS E CONFERÊNCIAS	RESULTADOS, ACORDOS E INSTRUMENTOS
1979	Conferência Mundial do Clima	<ul style="list-style-type: none">• Enquadramento da questão no contexto de temas ambientais e de desenvolvimento;• Reconhecimento político da seriedade da questão do aquecimento global;• Formação de coalizões e mobilização dos pequenos estados insulares;• Articulação de ideias sobre a definição de responsabilidades em relação ao aquecimento global e sobre como tratá-las;• Articulação de áreas-chave para mitigação, adaptação e cooperação.
1985	Conferência de Villach – Áustria Relatório Brundtland	
1987	Constituição do IPCC;	
1988	Primeira resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU) sobre mudança global do clima	
1989	Declaração de Noordwijk – Holanda	
1990	Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC	
1991	Fundação da AOSIS	<ul style="list-style-type: none">• Assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (CQNUMC)• Mandato de Berlim: fortalecimento dos compromissos do Anexo I por meio de um protocolo;• Declaração ministerial de Genebra.
1992	Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento CQNUMC entra em vigor	
1994	COP-1 – Berlim – Alemanha	
1995	COP-2 – Genebra – Suíça	
1996	Segundo Relatório de Avaliação do IPCC	

Fonte: Ribeiro, 2010 e adaptações dos autores.

Quadro Cap. 4 - 4.1 (continuação)

Principais eventos, conferências, acordos e instrumentos na governança global do clima.

ANO	PRINCIPAIS EVENTOS E CONFERÊNCIAS	RESULTADOS, ACORDOS E INSTRUMENTOS
1997	COP-3 – Quioto – Japão	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo de Quioto: quantificação de metas de redução de emissões para um grupo de países
1998	COP-4 – Buenos Aires – Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de ação de Buenos Aires
1998	COP-5 – Bonn –Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação do otimismo perdido em Buenos Aires
1999	COP-6 – Haia – Holanda	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos avanços em relação ao plano de ação de Buenos Aires
2000	COP-6 bis	
2001	COP-7 – Marrakech – Marrocos	<ul style="list-style-type: none"> • Acordos de Marrakech – complementação do Protocolo de Quioto
	Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC	
2002	COP-8 – Nova Delhi – Índia	<ul style="list-style-type: none"> • Declaração de Nova Delhi
2003	COP-9 – Milão	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecida como a COP Florestal, ofereceu tratamento a questões pendentes da COP-7, porém foi considerada uma COP marginal; surgimento do REDD
2004	COP-10 – Buenos Aires	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Buenos Aires
2005	COP-11 – Montreal	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada em vigor do Protocolo de Quioto
2006	COP/MOP-1	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento do <i>Ad hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol (AWG-KP)</i>
2006	COP-12 – Nairóbi – Quênia	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Trabalho de Nairóbi: deveria incluir grande revisão do Protocolo, provavelmente já considerando o comprometimento da parte dos países em desenvolvimento
2007	COP-13 – Báli – Indonésia	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Ação de Báli; estabelecimento do processo de duas vias com os grupos <i>ad hoc</i> –AWG-LCA e AWG-KP – e processo de dois anos para um acordo pós-Quoto
	COP/MOP-3	
	Quarto Relatório do IPCC	<ul style="list-style-type: none"> • Grande expectativa com mecanismos de mercado

Fonte: Ribeiro, 2010 e adaptações dos autores.

Quadro Cap. 4 - 4.1 (continuação)

Principais eventos, conferências, acordos e instrumentos na governança global do clima.

ANO	PRINCIPAIS EVENTOS E CONFERÊNCIAS	RESULTADOS, ACORDOS E INSTRUMENTOS
2008	COP-14 – Potsdam – Alemanha COP/MOP-4	<ul style="list-style-type: none">• Continuação do caminho traçado em Báli e ligação do tema com a crise financeira
2009	COP-15 – Copenhague – Dinamarca COP/MOP-5	<ul style="list-style-type: none">• Acordo de Copenhague; REDD Plus• Recessão econômica traz outros temas para a discussão• Tendência de perda de força da liderança como discurso na União Europeia
2010	COP-16 – Cancún (México) COP/MOP-6	<ul style="list-style-type: none">• Acordos de Cancún• Decisão para limitação do aquecimento em 2 °C• Estabelecimento do Fundo Verde para o Clima
2011	COP-17 – Durban – Índia COP/MOP-7	<ul style="list-style-type: none">• Plataforma de Durban• Extensão do Protocolo de Quioto ao segundo período de comprometimento – de 2013 a 2017 ou 2020 – e com redução dos participantes do Anexo I: UE, Suíça e Noruega

Fonte: Ribeiro, 2010 e adaptações dos autores.

Quadro Cap. 4 - 4.2

Políticas Estaduais e Municipais existentes no Brasil..

POLÍTICAS ESTADUAIS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	
MATO GROSSO DO SUL	Lei nº 4.555/14 - Política Estadual de Mudanças Climáticas
DISTRITO FEDERAL	Lei nº 4.797/12 - Estabelece princípios, diretrizes, objetivos, metas e estratégias para a Política de Mudança Climática no âmbito do Distrito Federal
PARANÁ	Lei nº 17.133/12 Política Estadual sobre Mudança do Clima
PIAUÍ	Lei nº 6140/11 - Política Estadual de Mudança Climática
ACRE*	Lei nº 2.308/10 Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (Sisa), o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais (ISA Carbono) e demais programas de serviços ambientais e produtos ecossistêmicos do Estado.
BAHIA	Lei nº 12.0500/11 - Política sobre Mudança do Clima
PARAÍBA	Lei nº 9.336/11 - Política Estadual de Mudança Climática
ESPIRITO SANTO	Lei nº 9.531/10 - Política Estadual de Mudanças Climáticas
PERNAMBUCO	Lei nº 14.090/10 - Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas
RIO DE JANEIRO	Lei nº 5.690/10 - Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável
RIO GRANDE DO SUL	Lei nº 13.594/10 - Política Gaúcha sobre Mudanças Climáticas
GOIÁS	Lei nº 16.611/09 - Política Estadual sobre Mudanças Climáticas.
SANTA CATARINA	Lei nº 14.829/09 - Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável
SÃO PAULO	Lei nº 13.798/09 - Política Estadual de Mudanças Climáticas
TOCANTINS	Lei nº 1.917/08 - Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável
AMAZONAS	Lei nº 3.135/07 - Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável
POLÍTICAS MUNICIPAIS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	
PALMAS	Lei nº 1.182/03 - Política Municipal de Mudanças Climáticas
SÃO PAULO	Lei nº 14.933/09 - Política de Mudança do Clima
RIO DE JANEIRO	Lei nº 5.248/11 - Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável
FEIRA DE SANTANA	Lei nº 3.169/11 - Política sobre Mudança do Clima
BAURU	Lei nº 5.597/08 - Política Municipal de Mudanças Climáticas.

OBS.: * O Acre não possui uma lei específica de mudanças climáticas

Fonte: Antunes, V.N.B., 2011 e Fórum Clima, 2014.

Quadro Cap. 4 – 4.3

Estados brasileiros que divulgaram inventários até 2011.

ESTADOS	SETORES INVENTARIADOS	ESTIMATIVAS PARA O PERÍODO
AMAZONAS	elétrico	2005
BAHIA	energia e processos industriais	1990 a 2008
MINAS GERAIS	todos	2005
PARANÁ	processos industriais e resíduos e emissão de CO ₂	1990 a 1994
RIO DE JANEIRO	todos	2005
SÃO PAULO	todos	1990 a 2008

Fonte: Antunes, V.N.B., 2011

Quadro Cap. 4 – 4.4

Sumário das projeções do INPE: possíveis cenários climáticos futuros para o Brasil.*

Região	Projeção do clima futuro: altas emissões (A2)	Projeção do clima futuro: baixas emissões (B2)	Possíveis impactos
Norte (inclusive bioma Amazônia completo)	4 a 8 °C mais quente, com redução de 15% a 20% do volume de chuvas, atrasos na estação chuvosa e possíveis aumentos na frequência de extremos de chuva no oeste do bioma Amazônia.	3 a 5 °C mais quente, com redução de 5% a 15% nas chuvas. O impacto não é muito diferente daquele previsto pelo cenário A2.	Impactos na biodiversidade. Risco de a floresta ser substituída por cerrado ou outro tipo de vegetação. Baixos níveis dos rios amazônicos podendo afetar o transporte. Risco de incêndios florestais, devido ao ar mais seco e quente Impactos sobre o transporte de umidade atmosférica para as regiões Sul e Sudeste. Consequências para a agricultura e a geração de energia hidrelétrica.
Nordeste	2 a 4 °C mais quente, 15% a 20% mais seco. Diminuição do nível dos açudes.	1 a 3 °C mais quente, com redução de até 15% no volume da chuva. Diminuição do nível dos açudes.	Aumento das secas, especialmente no semiárido. Impactos na agricultura de subsistência e na saúde. Perda da biodiversidade da caatinga. Risco de desertificação. Migração para outras regiões pode aumentar os refugiados do clima. Chuvas intensas podem aumentar deslizamentos: ameaça às populações residentes em morros desmatados. Enchentes urbanas mais intensas.

Notas: *Derivados das análises dos modelos do *IPCC AR4* e do relatório de Clima do INPE para os cenários de altas (A2) e baixas (B2) emissões, assim como seus impactos em nível regional.

Fonte: Marengo, J.A., 2007

Quadro Cap. 4 – 4.4 (continuação)

Sumário das projeções do INPE: possíveis cenários climáticos futuros para o Brasil.*

Região	Projeção do clima futuro: altas emissões (A2)	Projeção do clima futuro: baixas emissões (B2)	Possíveis impactos
Sudeste	3 a 6 °C mais quente, e Eventos extremos de chuva, seca e temperatura, mais frequentes e intensos.	2 a 3°C mais quente. Consequências semelhantes às do cenário A2.	Impacto na agricultura, na biodiversidade, na saúde da população e na geração de energia. Eventos de extremos de chuvas aumentam risco de deslizamentos: ameaça a populações residentes em morros desmatados e enchentes urbanas mais intensas.
Centro-Oeste	3 a 6 °C mais quente. Risco de veranicos mais intensos.	2 a 4° °C mais quente. Risco de veranicos mais intensos	Redução da biodiversidade no Pantanal e no Cerrado. Impacto na agricultura e na geração de energia hidroelétrica.
Sul	2 a 4 °C mais quente, aumento das chuvas de 5% a 10%. Aumento no volume das chuvas e na forma dos eventos intensos de chuva. Alta evaporação devido ao calor podendo afetar o balanço hídrico. Extremos de temperatura mais intensos, causando um inverno mais quente com poucos eventos intensos de geadas.	1 a 3° °C mais quente, aumento das chuvas de até 5%. As consequências são parecidas com as do cenário A2, embora a intensidade possa variar.	Extremo de chuva mais frequente aumenta o risco de deslizamentos: ameaça às populações residentes em morros desmatados. Enchentes urbanas mais intensas. Impacto na saúde da população, na agricultura e na geração de energia. Risco – ainda pouco provável de mais eventos de ciclones extratropicais.

Notas: *Derivados das análises dos modelos do IPCC AR4 e do relatório de Clima do INPE para os cenários de altas (A2) e baixas (B2) emissões, assim como seus impactos em nível regional.

Fonte: Marengo, J.A., 2007

Quadro Cap. 4 - 4.5

Metas e prazos de redução da emissão de gases constantes nas PEMC.

PEMC	METAS	PRAZOS
SÃO PAULO	Estabelece a meta de redução global de CO ₂ em 20%	2020
ESPIRITO SANTO	Prevê metas, mas não define percentuais de redução	2025
RIO DE JANEIRO	Serão fixadas com base em 2010 e intensidade de carbono inferior á registrada em 2005	2030
PERNAMBUCO	Prevê metas, mas não define percentuais de redução	Não especifica
RIO GRANDE DO SUL	Prevê metas, mas não define percentuais de redução	2020
PIAUÍ	Legislação apresenta alguma intenção de estabilizar ou reduzir GEE referência: Art. 4º, Art. 5º (II), Art. 6º (XIV)	Não menciona
MATO GROSSO DO SUL	Definirá medidas para reduzir as emissões e metas para determinados períodos de tempo, além de metas de eficiência por setores. A primeira meta é da redução de 20% das emissões de CO ₂ registradas em 2005 até 2020	2020
PARANÁ	Redução global de 20% das emissões de CO ₂ relativas a 2005	2020
ACRE	O ISA Carbono tem como objetivo geral promover a redução progressiva, consistente e de longo prazo das emissões de gases de efeito estufa, com o propósito de alcançar a meta voluntária estadual de redução de emissões por desmatamento e degradação florestal	Não menciona

Fonte: Antunes, V.N.B., 2011 e Fórum Clima, 2014.

Quadro Cap. 4 - 4.5 (continuação)

Metas e prazos de redução da emissão de gases constantes nas PEMC

PEMC	METAS	PRAZOS
PARAÍBA	A política visará à redução das emissões antrópicas de GEE em relação às suas diferentes fontes e o fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de GEE no território estadual. Redução entre 36,1% e 38,9%, de suas emissões projetadas até 2020	2020
DISTRITO FEDERAL	Não Apresenta	Não menciona
AMAZONAS	Não Apresenta	Não há
TOCANTINS	Não Apresenta	Não menciona
GOIÁS	Não Apresenta	Não menciona
SANTA CATARINA	Não Apresenta	Não menciona
BAHIA	Não Apresenta	Não menciona
BRASIL: PNMC	Reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões projetadas	2020

Fonte: Antunes, V.N.B., 2011 e Fórum Clima, 2014

Sumário do GT3 para Formuladores de Políticas

Headline Statements

INTRODUÇÃO

A análise da evolução recente das emissões mundiais e das necessidades de mitigação em nível global ressalta o fosso entre os objetivos de limitação de emissões já aprovados pelos principais países emissores e a trajetória compatível com a estabilização da temperatura 2oC acima do nível pré-Revolução Industrial, causando grande incerteza sobre a viabilidade de se alcançar este objetivo, fixado na Conferência das Partes - COP15 da Convenção do Clima, em Copenhague.

Em 2010, o Brasil reduziu as emissões de gases de efeito estufa para 1,25 Gt CO₂eq, em comparação com as emissões de 2,03 Gt CO₂eq em 2005. Mantendo-se o êxito no combate ao desmatamento, deve ser viável alcançar os compromissos voluntários de mitigação fixados para 2020 pelo Governo brasileiro.

Após 2020, serão necessárias medidas adicionais de mitigação além do controle do desmatamento devido à tendência de aumento das emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis no País.

Este documento, fruto do esforço voluntário de mais de 100 autores pertencentes à comunidade científico-tecnológica nacional, fornece subsídios para o debate dos diversos segmentos da sociedade nacional sobre os custos, benefícios e meios de uma transição para uma sociedade de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE).

TEMAS ESTRUTURANTES

RISCOS, INCERTEZAS E MITIGAÇÃO

Ações imediatas para estabilizar as emissões de GEE devem ser adotadas, pois o benefício da ação imediata para mitigar a mudança do clima supera o custo da inação.

Em face das múltiplas dimensões do risco e da incerteza no âmbito da mudança do clima, a sua governança deve ser estabelecida com base em três pilares: precaução, prevenção e gestão do risco.

A comunicação científica sobre os riscos e incertezas da mudança do clima realizada de forma clara, objetiva e direcionada ao interlocutor pode contribuir para a definição e implementação de políticas, planos, estratégias e ações capazes de reduzir as emissões de GEE e promover o desenvolvimento sustentável do País.

Estudos realizados no Brasil destacam pontos importantes para avaliação e reflexão, mesmo considerando as incertezas relativas à mitigação de emissões de GEE e aos impactos da mudança do clima, e que envolvem a ampliação na frequência dos eventos extremos em determinadas épocas do ano no País e na magnitude de seus impactos.

Desafios

O refinamento e a divulgação de informações científicas consistentes e úteis na orientação de políticas para a mitigação das emissões de GEE são desafios relevantes.

TEMAS ESTRUTURANTES

DESENVOLVIMENTO E EQUIDADE

Há forte interação entre os conceitos de Equidade e Desenvolvimento Sustentável, principalmente no que diz respeito às análises de médio e longo prazos, inerentes ao assunto das mudanças climáticas.

Com respeito à responsabilidade histórica, esta se traduz em uma forma importante de análise da equidade intergeracional no tema da mudança do clima, com base no argumento da justiça diacrônica, a qual indica que se tem a obrigação moral de preservar os interesses das gerações futuras.

É impossível reduzir a emissão de GEE de maneira significativa caso não sejam alterados os critérios com base nos quais se utiliza o espaço de carbono global. O presente grau de desigualdade nas emissões é incompatível com a própria conquista das condições materiais necessárias ao processo de desenvolvimento, para os países e para os indivíduos que ainda vivem em situação de pobreza.

É verdade que a inovação tecnológica tem um papel decisivo e, de fato, nos últimos anos, contribuiu para que cada unidade de valor lançada no mercado mundial tenha se apoiado em declínio sensível nas emissões. No entanto, o crescimento da produção e do consumo mais que compensou, em termos absolutos, essa redução relativa.

Desafios

Contar apenas com o progresso técnico para reduzir as emissões não parece compatível com a urgência transmitida pelos dados dos principais trabalhos científicos sobre o tema.

Políticas de mitigação têm que traçar tanto horizontes palpáveis de declínio nas emissões por parte dos países mais emissores (levando em conta, em algum nível, as emissões passadas), quanto processos intensos de cooperação internacional voltados à mudança nas bases técnicas da oferta de bens e serviços, tendo em vista a urgência de se descarbonizar a economia mundial como um todo.

TEMAS ESTRUTURANTES

FORÇAS MOTRIZES, TENDÊNCIAS E MITIGAÇÃO

A redução das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) envolve mudanças na utilização de recursos naturais, combustíveis fósseis, além do uso de energias alternativas, eficiência energética e outras modificações em direção a um padrão de produção e consumo menos intensivo em carbono.

Conciliar esse objetivo com as necessidades de crescimento do país é um desafio que se coloca para a sociedade.

As evidências indicam que no caso brasileiro o desenvolvimento social e econômico acarreta o crescimento das emissões de GEE que passaram, a partir de 2010, a serem determinadas pelo nível de demanda e composição da oferta de energia (uso de combustíveis fósseis) e pela agropecuária.

Assim, políticas de mitigação devem atuar sobre esses dois vetores, ainda que as emissões de mudanças do uso do solo e desmatamento sigam sendo relevantes.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

AVALIAÇÃO DOS CAMINHOS DE TRANSFORMAÇÃO

A mudança de paradigma da economia tradicional para a de baixo carbono encontra muitas oportunidades de baixo custo no Brasil.

É o caso de medidas de eficiência energética, pequenas centrais hidrelétricas, térmicas a bagaço de cana-de-açúcar e redução do desmatamento, entre outras opções.

Medidas relacionadas a novos desenvolvimentos tecnológicos, como Carbon Capture and Storage (CCS) e a geração a partir de novas fontes renováveis, como a solar (fotovoltaica ou Concentrated Solar Power – CSP) estão entre as que apresentam os maiores custos, necessitando investimentos em pesquisa e desenvolvimento e introdução de mecanismos regulatórios de incentivo.

A energia eólica (e renováveis em geral, à exceção de hidroeletricidade) é relativamente cara, porém, recentemente, várias medidas de incentivo foram implementadas aumentando sua competitividade.

As medidas relacionadas a mudanças no uso do solo apresentavam o maior potencial de mitigação, que vem sendo bem aproveitado recentemente, com a forte redução do desmatamento.

Para avaliar escalas de redução de GEE foi adotado o conceito de “potencial de mitigação”, expresso em custo por unidade de emissões de dióxido de carbono equivalente evitadas ou reduzidas. O potencial de mitigação é diferenciado em termos de “potencial técnico”, “potencial econômico” e “potencial de mercado”.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

SISTEMAS ENERGÉTICOS: GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Brasil tem um potencial gigantesco para geração de energia elétrica baseada em fontes renováveis, entretanto, no horizonte até 2021, as emissões do setor devem saltar de 30 MtCO₂eq, em 2011, para 69 MtCO₂eq.

O Plano Decenal de Energia 2021 (PDE 2021) sinalizava que os novos leilões a serem realizados a partir de 2013 não contemplariam mais novos aproveitamentos termelétricos de fontes fósseis, grandes emissoras, apenas gás natural, ainda assim a partir de 2021. No entanto, o fato de que ainda não foi completamente equacionada a questão do licenciamento das hidrelétricas levou ao recente anúncio de um leilão para termoelétricas a carvão.

Esse aumento significativo na quantidade de emissões, da ordem de 130% em uma década, elevaria a participação do setor elétrico no total das emissões na produção e no uso de energia de 7,6% para 10,8%, um nível ainda relativamente baixo.

Nos segmentos de transmissão e distribuição, várias ações podem contribuir para tornar o setor menos emissor, tais como políticas e programas de eficiência energética e combate ao desperdício pelo lado da oferta; desenvolvimento adequado de interconexões elétricas; geração hidrelétrica com velocidade ajustável; sistemas energéticos descentralizados e geração distribuída; sistemas avançados de armazenamento; utilização de novas tecnologias de automação e controle, associadas à utilização das características cada vez mais avançadas e abrangentes da Tecnologia da Informação, dentro dos conceitos da denominada rede inteligente, que resulta em melhorias tanto na utilização de energia renovável quanto no sistema de distribuição.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

TRANSPORTES

O transporte rodoviário é responsável pela maior parcela de emissões de CO₂ resultantes do consumo de combustíveis fósseis. De acordo com estimativas para 2020, o setor de transporte rodoviário poderá emitir cerca de 60% a mais do que em 2009, alcançando cerca de 270 milhões de toneladas de CO₂.

O Brasil apresenta potencial de mitigação das emissões de CO₂ no transporte principalmente por ter sua matriz de transportes desequilibrada, e com ênfase no modo rodoviário, tanto para cargas quanto para passageiros.

Entre as opções de mitigação de emissões de GEE do setor estão tecnologias relacionadas à redução e/ou racionalização do uso de transportes motorizados, a promoção da transferência das viagens para modos de maior eficiência energética, a possibilidade de melhoria na qualidade dos combustíveis e a utilização de fontes de energia menos intensivas em carbono, como os biocombustíveis de diferentes fontes e outras alternativas.

O Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para o setor de Transporte e Mobilidade é parte integrante da estratégia brasileira para um modelo que utilize menos combustíveis fósseis visando a ampliação da infraestrutura de transporte de cargas e a maior utilização de modos mais eficientes energeticamente. No setor de mobilidade urbana, o Plano Setorial preconiza o aumento do uso de sistemas eficientes de transporte público de passageiros.

Desafios

O desenvolvimento das ações relacionadas à mitigação das emissões de CO₂ no setor de transportes é complexa devido às seguintes questões comportamentais e tecnológicas:

- Barreiras sociais na substituição do modo rodoviário e questões relacionadas à renovação da frota de veículos.
- Custos para adequação da infraestrutura de transporte que se encontra defasada em todo o País.
- Desenvolvimento de veículos mais eficientes e com tecnologia apropriada.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

EDIFICAÇÕES E ENTORNO CONSTRUÍDO

O parque edificado nacional foi o maior consumidor de energia elétrica em 2010, ultrapassando o setor industrial.

Observa-se uma marcada diferença de consumo energético no setor residencial entre as regiões brasileiras, sendo a região Sudeste a maior consumidora. Porém, de modo geral, o consumo nesse setor pode ser considerado baixo se comparado ao setor residencial de países desenvolvidos.

Estratégias de mitigação devem envolver a melhoria de eficiência energética das edificações e a diversificação da matriz energética incluindo fontes renováveis, atentando para o processo de transição energética das camadas mais pobres da população.

Lacunas

A avaliação da atual situação de consumo energético das edificações brasileiras e de suas emissões de GEE aponta como principais lacunas de conhecimento:

- a) Metodologia única de avaliação do desempenho térmico dos sistemas construtivos;
- b) Definição de limites de zona de conforto térmico para diferentes regiões do País;
- c) Trabalhos que correlacionem tipologia, localização geográfica e outras variáveis com o consumo de energia;
- d) Estudos de economia de energia e envoltórias;
- e) Trabalhos que determinem parâmetros para a integração de iluminação natural e artificial e
- f) Dados climáticos digitais disponíveis para um maior número de cidades brasileiras.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

INDÚSTRIA

A indústria brasileira pode contribuir de forma importante no esforço de mitigação da emissão de gases de efeito estufa.

Estima-se que o potencial técnico de abatimento dessas emissões até 2030 seja superior a 1,5 bilhão de toneladas acumuladas, o que corresponde a quase cinco vezes as emissões totais da indústria em 2005.

Para isso, é fundamental instituir políticas e mecanismos de incentivo para promover:

- Ações de eficiência energética e reposição por tecnologias mais eficientes e menos carbono-intensivas.
- Substituição de combustíveis fósseis por fontes energéticas menos emissoras/renováveis (biomassa/solar).
- Adoção de processos menos intensivos no uso de energia em expansões industriais.

A análise mais pormenorizada dessas opções indica que a promoção de ações de eficiência energética - em especial, em aplicações térmicas na indústria – e a substituição da biomassa não renovável podem contribuir para realizar aproximadamente 80% desse potencial de redução de emissões de GEE no setor.

Apesar de parcela relevante desse potencial de medidas de mitigação ser economicamente viável e atrativa, com custos de abatimento negativos, barreiras precisam ser removidas através da combinação de políticas setoriais e transversais, para o aproveitamento dessas oportunidades.

Lacunas

Há, ainda, grande carência de estudos nacionais amplos e recentes sobre a mitigação de emissões de CO₂ na indústria brasileira, o que sugere grande espaço para estudos específicos futuros sobre esse tema no País.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

AGROPECUÁRIA E SILVICULTURA

As emissões de gases de efeito estufa da agropecuária e silvicultura representam mais de um terço do total do Brasil, mantendo-se em uma tendência crescente. Grande parte destas emissões está associada ao rebanho nacional de bovinos e ao manejo das culturas da soja, milho, cana-de-açúcar e arroz que juntas ocupam mais de 70% da área cultivada nacional.

Existem muitas oportunidades de mitigação, destacando-se a recuperação de pastagens e a expansão das florestas.

Pesquisas científicas que consideram o emprego destas técnicas estimam um potencial de mitigação entre 163,3 e 248,5 Mt CO₂eq em 2020. O estudo considera o seguinte cenário:

- Recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens;
- Aumento do plantio direto de lavouras em 8 milhões de hectares;
- Expansão dos plantios de florestas comerciais em 3 milhões de hectares;
- Eliminação da queima da cana-de-açúcar para colheita;
- Uso de aditivos na dieta de bovinos;
- Tratamento de dejetos de suínos;
- Redução da fertilização nitrogenada por inoculantes microbianos.

As incertezas aumentam com a inclusão do solo como dreno de CO₂ atmosférico, e também para técnicas como o uso de inoculantes microbianos e os tratamentos de dejetos de suínos, embora as duas últimas sejam de menor impacto para o potencial de mitigação do setor.

Desafios

Acrescenta-se que embora o peso das externalidades positivas seja geralmente grande, barreiras de ordem cultural e tecnológica podem significar entraves para a adoção dessas práticas pelos produtores.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

MUDANÇA DE USO DA TERRA

Embora em fase de transição, uma parcela significativa das emissões nacionais de CO₂eq ainda está vinculada às mudanças na cobertura e uso da terra, como desmatamentos e queimadas.

O aprimoramento na gestão territorial dos biomas brasileiros, de forma a abranger a diversidade de coberturas do solo, permitiria associar benefícios de manutenção e aumento dos estoques de carbono a outros serviços ambientais.

Por exemplo, a preservação da cobertura florestal da Amazônia, além de apresentar um estoque de carbono em biomassa da ordem de $4,4 \times 10^{11} \pm 1,1 \times 10^{11}$ MtCO₂eq contribui com outras importantes funções que influenciam diretamente o albedo, temperatura e padrões locais e globais de circulação atmosférica.

Políticas de mitigação visando redução das emissões e aumento dos estoques de carbono podem incluir:

Maior controle e fiscalização de atividades antrópicas:

- Controle de queimadas;
- Ordenamento territorial;
- Monitoramento de desmatamento.

Incentivos financeiros:

- Pagamentos por serviços ambientais (PSA);
- Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+);
- Aumento de produtividade agrícola para diminuir a necessidade de abrir novas áreas.

CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

MUDANÇA DE USO DA TERRA

Bioma	Pressões sobre os biomas	Ação mitigadora
Cerrado	Desmatamento pela demanda por madeira para carvão vegetal, bem como pela abertura de novas áreas para a pecuária e agricultura em combinação com o uso do fogo para manutenção de pastagens	Manejo adequado das pastagens, evitando-se a supressão da cobertura vegetal e a perda de solos pelos processos erosivos.
Caatinga	A diminuição da cobertura vegetal deve-se, sobretudo, a impactos do fenômeno El Niño, com a desertificação em quase todos os cenários climáticos futuros. A associação deste fenômeno à supressão de vegetação nativa e práticas agrícolas inapropriadas acentuam a compactação e erosão dos solos.	<ul style="list-style-type: none">• Monitoramento e o combate à desertificação, por meio de um sistema de monitoramento da redução da cobertura vegetal e degradação.• Desenvolvimento de indicadores quantitativos sobre o avanço desses processos, aliado a técnicas de recuperação ambiental.
Mata Atlântica	É o bioma que sofre maior pressão antrópica, devido à alta concentração populacional.	Imediata ação de alta governança para o cumprimento do Código Florestal.
Pampas	Uso do fogo e um deficiências no manejo das áreas de vegetação campestre natural para o pastoreio extensivo.	Ordenamento territorial, visando à manutenção de áreas preservadas, o monitoramento de desmatamentos e a redução de queimadas
Mangue	Desmatamento e poluição, sobretudo de áreas urbanas na costa brasileira.	Estudos sobre a exportação do carbono orgânico pelos manguezais para áreas costeiras adjacentes, sob o ponto de vista dos fluxos do CO2 biosfera-atmosfera - estima-se que esse bioma é um potencial sumidouro.

Lacunas

Raras medições de campo sobre fluxos de carbono com o monitoramento de mudanças de cobertura e uso da terra realizado de forma contínua somente para o Cerrado e a Amazônia, o que impede um diagnóstico real dos impactos das mudanças do clima tendo em vista a grande variabilidade espacial no País que contempla diversos tipos de composições de vegetação e solo.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES DE RECURSOS FINANCEIROS

O BRASIL NA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA – DESAFIOS E GOVERNANÇA

O anúncio das metas voluntárias nacionais de mitigação em 2009 configurou uma mudança significativa na política externa climática do Brasil.

A construção de respostas ao problema das mudanças climáticas envolve complexas interações entre a economia e política global, interesses de Estados, segurança energética, padrões de produção e consumo. Além disso, o aumento do risco de catástrofes ligadas a eventos climáticos extremos transformam a questão também numa ameaça à segurança global.

Diante da maximização do interesse nacional, as frustrações com o processo negociador no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto (CQNUMC) tem dificultado a construção de um regime para atenuar a mudança climática.

Em consequência, a arquitetura da governança global do clima extrapola a CQNUMC, passando a incluir acordos bilaterais e regionais, arranjos privados de atores do mercado, ou da sociedade civil organizada, bem como arranjos híbridos dos quais participam atores estatais e não estatais. Alguns autores inclusive passaram a defender a necessidade de se buscar alternativas além das Nações Unidas, como outro regime com a participação de menor número de atores, ou um conjunto de regimes somado a arranjos de governança não estatais.

Desse modo, o Brasil é um ator internacional *sui generis* nesse tema: pode ser considerado uma potência climática, com compromissos voluntários ambiciosos de mitigação, um dos líderes do G77/China nas negociações internacionais e, ao mesmo tempo, recebe e presta cooperação em diversas áreas: combate ao desmatamento, modelagem climática, biocombustíveis e questões relacionadas à CQNUMC como elaboração de comunicações nacionais, estabelecimento de autoridades designadas e projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Parece claro, no momento atual, que tão importante quanto às negociações multilaterais das Nações Unidas, é o desenvolvimento da governança do clima em outras arenas e dimensões: as políticas energético-climáticas das grandes e médias potências climáticas, fóruns plurilaterais, e os novos arranjos internacionais (como o G20) e regionais. Esses outros desenvolvimentos e possibilidades, porém, ainda são pouco estudados e exploradas nos debates acadêmicos e políticos no Brasil.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES DE RECURSOS FINANCEIROS

POLÍTICAS NACIONAIS E SUBNACIONAIS

O Brasil conta com um amplo aparato regulatório relacionado às mudanças climáticas em todas as esferas federativas que define estruturas de governança, planos e instrumentos e, em muitos casos, ainda precisa ser regulamentado.

O Decreto nº 7.390/2010 previu a elaboração de Planos Setoriais de Mitigação com a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento.

Para o melhor compreensão das políticas e planos é necessário classificá-los e identificar os elementos motivadores avaliando-os sob a ótica das sinergias, governança, sobreposições e lacunas. A classificação e avaliação dos instrumentos propostos deve levar em consideração aspectos tecnológicos, de gestão, governança ou de comando e controle.

A análise da convergência com outras políticas ambientais ou não, como biodiversidade e recursos hídricos e a compatibilização com aquelas setoriais, como energia e agricultura, são focos fundamentais para a articulação dessas políticas, planos e programas de governo. É essencial que haja efetividade dos resultados e dos recursos aplicados, tanto financeiros como humanos em um país com recursos restritos, vantagens ambientais comparativas substantivas e uma fragilidade considerável em relação ao uso da terra, em especial pecuária, queimadas e o desmatamento.

Uma avaliação da eficácia, eficiência, custo-efetividade, viabilidade institucional e equidade dos mecanismos, instrumentos e políticas depois de passado um período da sua implantação parece necessária. Aspectos como o de participação e de transparência devem ser julgados uma vez que a implantação e acompanhamento dessas políticas não poderão prescindir de esforços no Legislativo, nos entes federativos e nas organizações da sociedade civil.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES DE RECURSOS FINANCEIROS

POLÍTICAS NACIONAIS E SUBNACIONAIS

Desafios

Para que a política nacional tenha governança e seja bem-sucedida, é preciso que todas as esferas de governo assim como a sociedade civil, adotem metas de redução de suas emissões, de proteção de sumidouros e medidas de adaptação.

Lacunas

No Brasil, os estudos que avaliam os possíveis impactos econômicos de mudanças climáticas consideram políticas e mecanismos de mitigação e adaptação comumente discutidos ou em implantação em outros países, mas não necessariamente discutidas pelos formuladores brasileiros. Ex: impostos às emissões de carbono e os mercados de reduções comercializáveis de emissões (cap-and-trade).

Apesar de das todas as Leis, Políticas Estaduais e Municipais demonstrarem dois grandes objetivos em comuns: i) controlar e reduzir as emissões de gases do efeito estufa e ii) reduzir os efeitos das mudanças climáticas (minimizar vulnerabilidades), fica pouco claro o que vai, objetivamente, ser mitigado em termos de emissões de GEE e como vai ser feita a adaptação.

Na maioria das vezes a concepção das políticas estaduais não é inspirada em resultados divulgados por inventários ou estudos de vulnerabilidade. As regiões que apresentam maior vulnerabilidade são as regiões menos providas de Políticas de Mudanças Climáticas, de acordo como o mapeamento realizado.

Além disso, a ausência de políticas regionais pode inviabilizar medidas mitigadoras e de adaptação, e o desenvolvimento de pesquisas para alcançar os objetivos de redução das emissões de gases do efeito estufa e minimização das vulnerabilidades locais.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES DE RECURSOS FINANCEIROS

INVESTIMENTOS E RECURSOS FINANCEIROS

O investimento em tecnologias que emitem menos GEE relaciona-se de modo essencial com o desenvolvimento sustentável, que está associado a uma maior equidade, mas necessita de instrumentos financeiros adequados para sua efetiva implementação.

Os Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas, que têm buscado detalhar as ações, estratégia de implantação, incluem a indicação de mecanismos de financiamento e indicadores de acompanhamento. Instrumentos financeiros podem viabilizar as iniciativas de mitigação previstas nestes planos assim como os mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo de Quioto, ou instrumento substituto.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) se destaca com financiamento para projetos de infraestrutura de transporte público coletivo de passageiros que se encontram classificados como aprovados ou contratados pelo próprio banco, além de promover a articulação com projetos a serem viabilizados pelo PAC Mobilidade Grandes Cidades, entre outros programas de governo, e os projetos associados a grandes eventos.

Há também significativos aportes de recursos no âmbito dos Governos Estaduais e Municipais, como por exemplo, em São Paulo e Rio de Janeiro, bem como as iniciativas de outras cidades financiadas pelo BNDES, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), entre outros.

Diversas formas de financiamento de projetos de MDL envolvem bancos públicos ou privados, nacionais ou internacionais:

- BNDES se destaca com um número considerável de programas e linhas de financiamento;
- Caixa Econômica Federal: Programa de Repasse do Orçamento Geral da União;
- Agência Brasileira de Inovação (FINEP);
- Grandes Bancos privados, às vezes associados com parceiros estrangeiros.

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS E INSTITUIÇÕES DE RECURSOS FINANCEIROS

INVESTIMENTOS E RECURSOS FINANCEIROS

Oportunidades e desafios

Simulações mostram que o desenvolvimento sustentável seria possível com um volume de financiamento que possa ser estimulado pela venda de créditos de carbono e por outros instrumentos de política pública (subsídios ao capital para tecnologias de baixo carbono, Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC/Lei nº 12.114/2009, condições de financiamento de investimento, créditos tributários, entre outros).

No entanto, é importante alinhar os mecanismos de financiamento de políticas existentes, como a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) e a Política Nacional sobre Mudança Climática (Lei nº 12.187/2009).

Existe um aparato legal dado pela PNMC e pela legislação estadual e municipal, mas nem todos os estados e municípios definiram metas mandatórias em sua legislação.

O aparato legal pode ser refinado de modo a haver convergência, aperfeiçoando-se o poder regulador pela criação de uma agência em regime de autarquia especial, que atue de forma autônoma e que tenha instrumentos de monitoramento, fiscalização e prestação de contas.

Essa agência poderia também exercer a regulação em inventários, mercados de carbono e atividades de registro, monitoramento e verificação, bem como articular políticas federais e iniciativas estaduais.



Secretaria Executiva/Executive Secretariat
Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas/
Brazilian Panel on Climate Change

andrea.painel@pbmc.coppe.ufrj.br

Phone: +55 (21) 3733-4162

Prédio COPPE - Vallourec, Parque Tecnológico
Rua Paulo Emídio Barbosa, 485 1º andar
Quadra 8 lote C Ilha do Fundão
CEP: 21941-615 Rio de Janeiro, RJ

<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br>



pbmc

painel brasileiro de
mudanças climáticas



pbmc

painel brasileiro de
mudanças climáticas