



**p b m c**

**painel brasileiro de mudanças climáticas**

**PRIMEIRO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO NACIONAL**  
**VOLUME 2 – IMPACTOS, VULNERABILIDADES E ADAPTAÇÃO**

<b>Capítulos</b>	1 e 2	
<b>Títulos</b>	1- Ponto de Partida 2 -Fundamentos	
<b>Autores</b>	Autores Principais:	Eduardo Delgado Assad-EMBRAPA Antonio Rocha Magalhães-CGEE

## **Índice**

1. Ponto de Partida.....	1
2. Fundamentos.....	3
Referências Bibliográficas.....	10

### **1. Ponto de Partida**

A mudança climática é um dos desafios mais complexos deste século, nenhum país está imune, nem seria capaz de enfrentar sozinho os desafios interconectados que compreendem decisões políticas e econômicas controversas, bem como avanços tecnológicos com consequências globais de longo alcance (Banco Mundial, 2010a).

Estudos científicos apresentados em 2007 no Quarto Relatório de Avaliação (AR-4) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que as alterações do clima relativas ao aquecimento global e aumento do nível do mar podem estar se intensificando. Estas alterações já estão ocorrendo e podem ser verificadas através dos registros sobre eventos extremos cada vez mais frequentes.

As alterações climáticas provocam mudanças nos sistemas geofísicos, biológicos e humanos, dessa maneira, impõe uma série de desafios ao desenvolvimento, com implicações em diversos setores: sociais, econômicos e ambientais, relacionados à indústria, agricultura, comércio, segurança e bem estar social (IPCC, 2007).

Segundo O'Brien e Leichenko (2008), as avaliações realizadas pelo IPCC confirmam que a mudança climática está contribuindo para transformações significativas do ambiente biofísico que afetarão ecossistemas, assentamentos humanos, recursos hídricos, bem como a produção de

28 alimentos. Essas transformações poderão ter grandes implicações para nações, regiões,  
29 comunidades e indivíduos.

30 À medida que o planeta aquece, os padrões pluviiais mudam e eventos climáticos extremos como  
31 secas, inundações e incêndios florestais se tornam mais frequentes. Milhões de pessoas em áreas  
32 costeiras enfrentarão problemas relativos a enchentes e inundações associadas a tempestades e  
33 aumento do nível do mar (Banco Mundial, 2010a).

34 Embora haja uma considerável incerteza sobre a trajetória futura da mudança climática, relacionada  
35 em parte com a quantidade e a taxa de emissões de gases de efeito estufa, as consequências das  
36 mudanças representam uma ameaça sem precedentes à segurança humana (O'Brien e Leichenko,  
37 2007).

38 Na décima - sexta Conferência das Partes (COP 16), realizada em Cancun no México (2010) foram  
39 destacados como principais compromissos a redução de temperatura de 1,5 graus Celsius em um  
40 futuro próximo; mecanismos de desenvolvimento e difusão de novas tecnologias que respeitem a  
41 interface do clima; um Fundo Climático Verde para financiar projetos, programas, políticas e outras  
42 actividades nos países em desenvolvimento; e a criação de um Comitê de Adaptação para promover  
43 a implantação de medidas mais coesas.

44 No último encontro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em Durban na África do Sul  
45 (2011), foi entregue um documento reforçando a necessidade de implementação do Protocolo de  
46 Quioto, do Plano de Ação de Bali, e dos Acordos de Cancun, na tentativa de evitar um retrocesso  
47 das negociações.

48 Visando compreender a realidade nacional, especialistas brasileiros se reuniram em 2011 para a elaboração  
49 do Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN-1) do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas  
50 (PBMC). Este documento se refere aos trabalhos realizados pelo Grupo de Trabalho (GT-2) sobre os  
51 "Impactos, Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas", com o objetivo de fornecer subsídios para as  
52 decisões relativas às medidas de mitigação e adaptação no país.

53 A avaliação teve como ponto de partida os trabalhos científicos mais recentes, retratando de forma ampla e  
54 atualizada os impactos causados pelas mudanças do clima no Brasil; a vulnerabilidade dos ambientes  
55 naturais e humanos; e as medidas necessárias para mitigação e adaptação.

56 A questão central seria como tornar-se mais resiliente a mudança do clima sem o aumento contínuo  
57 das emissões e da degradação dos ecossistemas ao mesmo tempo em que se almeja o crescimento  
58 econômico? A mudança climática torna o desafio do desenvolvimento mais complicado, pois seu  
59 impacto pode ser sentido com aumento de tempestades, inundações, ondas de calor, secas e  
60 elevação do nível do mar, sobrecarregando todos os setores da sociedade brasileira.

61 As nações de modo geral, substancialmente os países em desenvolvimento, precisam de expansões  
62 expressivas em sistemas de energia, transporte, produção agrícola e avanços tecnológicos,  
63 entretanto se os meios tradicionais forem mantidos essas tão necessárias expansões produzirão mais  
64 aquecimento em virtude das emissões provocadas (Banco Mundial, 2010a).

65 Um aquecimento adicional relativamente modesto exigirá grandes ajustes na forma como as  
66 políticas de desenvolvimento são planejadas e implementadas, bem como na forma como as pessoas  
67 vivem e se sustentam, e nos perigos e oportunidades que enfrentam. A questão não é simples, nem  
68 tão pouco uma relação direta entre crescimento e emissões de carbono; muitos processos produtivos  
69 ineficientes, usos irracionais e desperdícios são responsáveis pela intensidade das emissões de  
70 carbono (Banco Mundial, 2010a).

71 A situação atual do clima exige grandes mudanças no estilo de vida, uma verdadeira revolução  
72 energética e uma transformação do modo como lidamos com os recursos naturais. Nesse sentido,  
73 um processo de adaptação substancial é fundamental para tentar reverter o panorama atual.

74 Dentro desse contexto, as principais questões avaliadas em um primeiro momento estão

75 relacionadas a recursos hídricos, envolvendo Ecossistemas de Água Doce e Terrestre, Sistemas  
76 Costeiros e Segurança Alimentar. Na seção seguinte, são relacionados os impactos sobre  
77 Aglomerados Humanos, Indústria e Infraestrutura, com especial atenção para as áreas urbanas,  
78 rurais, setores econômicos prioritários e de serviços. Na sequência são abordadas as questões  
79 relativas à Saúde e Segurança Humana.

80 As seções incluíram ainda capítulos relativos à Adaptação e desenvolvimento; Impactos  
81 intersetoriais, riscos, vulnerabilidades e oportunidades; Impactos, vulnerabilidade e adaptação na  
82 esfera regional e, finalmente, a relevância das ações de adaptação para o desenvolvimento nacional.

83 Com base na análise dos documentos e nas discussões realizadas entre os especialistas, considera-se  
84 que os impactos físicos, biológicos e humanos, associados às mudanças do clima, deverão variar  
85 consideravelmente no território brasileiro, de acordo com as características regionais, níveis de  
86 exposição e o grau de degradação ambiental existente. Todas as esferas de governo, indústria,  
87 comércio e sociedade precisam estar envolvidas no desenvolvimento de uma resposta nacional  
88 adequada, portanto, o entendimento das mudanças em cada região é essencial para o planejamento  
89 estratégico e processo de tomada de decisão.

90

## 91 **2. Fundamentos**

92 Uma década após o Protocolo de Kyoto definir os limites das emissões internacionais de carbono,  
93 os efeitos da mudança do clima já são visíveis no aumento das temperaturas médias do ar e do  
94 oceano, no derretimento generalizado da neve e do gelo, e na elevação do nível do mar.

95 O aquecimento global é atribuído à emissão de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera como  
96 resultado das atividades humanas, particularmente, dos países industrializados (UNFPA, 2009). O  
97 aumento das concentrações de GEEs devido às atividades econômicas, tais como exploração e  
98 produção de combustível (origem fóssil), desmatamento e mudanças no uso da terra têm conduzido  
99 a um aumento da temperatura média global (Horton et al., 2010). Evidências científicas sugerem  
100 que as concentrações desses gases na atmosfera resultaram em mudanças climáticas significativas, e  
101 deverão aumentar progressivamente no futuro (Nações Unidas, 2009).

102 Os cenários de mudanças climáticas apontam para uma mudança de temperatura média acima de  
103 2°C que incluem grandes desequilíbrios em ecossistemas fundamentais para a sobrevivência da  
104 humanidade, como alterações significativas da Floresta Amazônica afetando toda a biodiversidade;  
105 perdas significativas das geleiras dos Andes e do Himalaia, e a rápida acidificação dos oceanos,  
106 gerando a ruptura dos ecossistemas marinhos e a morte de recifes de corais. A velocidade e a  
107 magnitude da mudança poderiam condenar à extinção muitas espécies.

108 De acordo com o Quarto Relatório do IPCC - AR4 (2007), o aquecimento global causará o aumento  
109 de eventos extremos com a intensificação das chuvas, elevação do nível do mar e extensão dos  
110 períodos de secas.

111 “Chuvas torrenciais e inundações estão se tornando mais comuns, e os danos causados por  
112 tempestades e ciclones tropicais aumentaram” – na tabela 3.2 do recente relatório sobre eventos  
113 extremos do IPCC (SREX 2012 - <http://ipcc-wg2.gov/SREX/>) há um sumário de mudanças  
114 observadas em todo o mundo. Particularmente sobre o Brasil, tanto no caso de chuvas torrenciais  
115 como de secas o relatório aponta para baixa confiabilidade nas tendências encontradas que são  
116 variáveis em todas as sub-regiões. A produtividade agrícola será afetada em todo o mundo,  
117 especialmente nos trópicos, ameaçando a segurança alimentar de muitos países (Banco Mundial,  
118 2010a). É difícil estimar todos os impactos causados pela mudança do clima precisamente, uma vez  
119 que as mudanças regionais observadas nos sistemas naturais e antrópicos são complexas, devido à

120 variabilidade do clima natural, aos efeitos provocados por essas interações, inclusive com  
121 fenômenos não naturais (ou forçantes não climáticas) como o uso da terra (IPCC, 2007).

122 De acordo com o IPCC (2007), as variáveis forçantes climáticas e não climáticas afetam o sistema  
123 global. As forçantes não climáticas, como uso do solo e da terra podem influenciar diretamente e  
124 indiretamente o sistema natural com efeitos sobre as variáveis climáticas tal como temperatura,  
125 pluviosidade e umidade do solo, em virtude da supressão de florestas, do uso intensivo do solo para  
126 agricultura, urbanização, industrialização, entre outros.

127 O clima é o fator chave na determinação de diferentes características e distribuição dos sistemas  
128 naturais e antrópicos, incluindo a hidrologia e recursos hídricos, zonas costeiras e ambientes  
129 marinhos, sistema biológico de água doce, sistemas biológicos terrestres, agricultura e florestas. Por  
130 exemplo, a temperatura é conhecida fortemente por sua influência na distribuição e abundância dos  
131 padrões de plantas e animais, em virtude das restrições fisiológicas de cada espécie.

132 Muitos aspectos do clima, incluindo temperatura e precipitação e sua variabilidade e escala de  
133 tempo (dias até variações interanuais), influenciam as características e distribuições dos sistemas  
134 físico e biológico.

135 As mudanças em muitas variáveis do clima podem ao menos parcialmente produzir mudanças no  
136 sistema, entretanto este estudo se concentrou basicamente nas mudanças de temperatura, tal como  
137 os estudos realizados pelo IPCC (2007). Isto porque as respostas biológicas e físicas relacionadas à  
138 mudança de temperatura podem ser bem compreendidas, se comparadas com as respostas  
139 associadas a outros parâmetros climáticos.

140 Além disso, o sinal antrópico é mais fácil de ser detectado através da variável temperatura. A  
141 precipitação tem grande variabilidade espacial e temporal, e, dificultando a identificação dos  
142 impactos que esta variável tem sobre as mudanças em muitos sistemas (IPCC, 2007).

143 A temperatura média (incluindo a temperatura máxima e mínima diária) e o ciclo sazonal podem  
144 revelar mais claramente os sinais de mudança do clima observado em áreas espaciais mais amplas.  
145 Variações do clima em grande escala, tal como El Niño Oscilação Sul (ENSO), Oscilação do  
146 Atlântico Norte (NAO) ou Oscilação Decadal do Pacífico (PDO), estão ocorrendo afetando o clima  
147 global. Consequentemente, muitos sistemas naturais e antrópicos estão sendo afetados.

148 Estudos recentes desenvolvidos sobre os sistemas hidrológicos ainda não são capazes de separar os  
149 efeitos da variação de temperatura e precipitação daqueles causados por intervenções humanas nas  
150 bacias, tais como uso da terra e construção de reservatórios (Tucci et al., 2001). As vazões dos rios  
151 ano a ano também são influenciadas em algumas regiões pelos padrões de circulação atmosférica  
152 (de grande escala) como ENSO, NAO entre outras variabilidades do sistema que operam dentro de  
153 escalas de tempo decadal e multi-decadal (IPCC, 2007).

154 Mudanças na estrutura química e nas características termais têm sido relatadas e documentadas em  
155 décadas recentes. Em alguns casos, a superfície e a profundidade dos lagos tem apresentado um  
156 aumento de temperatura associado a mudanças físico-químicas, tal como aumento da salinidade e  
157 de partículas suspensas, com um decréscimo de nutrientes (IPCC, 2007).

158 Mudanças nos padrões de enchentes e secas em algumas regiões indicam que as condições  
159 hidrológicas tem se alterado. Ameaças significativas em relação a enchentes, evaporação e  
160 evapotranspiração não têm sido bem detectadas globalmente e exigem estudos mais detalhados  
161 regionalmente. Algumas ameaças na redução dos níveis dos reservatórios e lagos naturais têm sido  
162 reportadas, mas estes parecem estar muito mais associados as atividades humanas do que  
163 propriamente as mudanças do clima global (IPCC, 2007).

164 O aumento do nível do mar é particularmente relevante e varia de acordo com as condições locais,  
165 ou seja, quanto mais extremas as condições do clima maior a possibilidade de ocorrência de  
166 tempestades, ondas de calor, secas e ciclones tropicais (Nações Unidas, 2009). Portanto, os riscos

167 potenciais estariam associados com frequentes enchentes e inundações durante tempestades,  
168 intrusão salina em lençóis freáticos e reservatórios de água natural, erosão costeira, perda de  
169 ecossistemas (ex. manguezais), entre outros (Rosenzweig et al, 2011).

170 Segundo o Relatório do IPCC (2007), “O nível do mar tem aumentado em torno de 1.7 a  
171 1.8mm/ano no último século, com um aumento da taxa em torno de 3mm/ano durante a última  
172 década.”

173 O aumento do nível do mar entre 100 a 150 anos, provavelmente contribuirá para o processo de  
174 erosão em muitas localidades, devido à energia das ondas, fornecimento de sedimentos, atividades  
175 antrópicas (ex. uso da terra, degradação de manguezais, bombeamento das águas subterrâneas e  
176 construções de obras de engenharia de infraestrutura portuária ) e variabilidade climática (IPCC,  
177 2007).

178 Muitas regiões costeiras têm experimentado os efeitos relativos do aumento do nível do mar, a  
179 partir da combinação das características do clima, dos aspectos geológicos, hidrológicos, do uso da  
180 terra e outros fatores locais. Para o IPCC (2007), o maior desafio seria separar os aspectos  
181 meteorológicos, oceanográficos, geofísicos e processos antrópicos que afetam a costa no sentido de  
182 identificar a contribuição de cada fenômeno para o aquecimento global.

183 O impacto do aumento do nível do mar sobre os manguezais, por exemplo, está fortemente  
184 relacionado à desestabilização da linha de costa em virtude de processos de erosão causado pela  
185 variação e intensificação da ação das marés. Estes ecossistemas constituem barreiras naturais e  
186 evitam a erosão e o assoreamento dos corpos d’água adjacentes, devido sua posição na zona entre  
187 marés. O sistema radicular da vegetação de manguezal favorece a retenção e deposição de  
188 sedimentos altamente vulneráveis a alterações da hidrodinâmica (devido ao aumento da energia  
189 hidrológica do local), o que pode causar a destruição das florestas de mangues, visto que o sistema  
190 radicular é bastante superficial (Soares, 2008). São regiões extremamente ricas em nutrientes e  
191 propícias para a reprodução de espécies (ex. peixes, crustáceos, pássaros), portanto constituem  
192 berçários naturais (Rosenzweig et al, 2011).

193 Infelizmente, as evidências sobre a magnitude e frequência dos eventos ainda não são totalmente  
194 precisas devido à qualidade dos registros (que incluem dados a partir de estações meteorológicas  
195 deficientes, ausência de padrão das medições atmosféricas, dificuldades para a análise da erosão  
196 costeira e aumento do nível do mar no território nacional). Existem muitos problemas relativos à  
197 falta de monitoramento e escassez de informação de âmbito local.

198 Não há dúvida também, que a rápida urbanização e industrialização do país impuseram múltiplos  
199 problemas: poluição do ar e da água, aumento do consumo de energia, utilização dos recursos  
200 naturais de maneira desequilibrada, saneamento, tratamento e disposição de lixo inadequados,  
201 “obras de engenharia sem consideração ao impacto ambiental, desmatamento, deterioração da  
202 qualidade de vida e saúde da população de modo geral, principalmente em grandes centros urbanos.

203 Em geral as regiões industrializadas se desenvolveram sem considerar a interface com o clima e as  
204 mudanças que estão ocorrendo, aumentando os riscos enfrentados pelos diversos setores do  
205 comércio e da indústria relacionados ao turismo, seguro, navegação, transporte, pesca,  
206 combustíveis, gás, mineração, entre outros (Department of Climate Change, 2011).

207 As decisões sobre o uso do solo e a forma urbana – a estrutura e a densidade das cidades – vem  
208 causando impactos por mais de um século, entretanto se tornam prementes apenas diante de  
209 catástrofes. As construções continuam avançando em áreas propensas a riscos de desastres e a  
210 infraestrutura continua a ser projetada para o clima do passado.

211 O ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, à alteração da superfície,  
212 canalização, carreamento e a forma de escoamento das águas de chuva, assoreamento dos corpos  
213 d’água, com aumento da poluição causada pela contaminação por efluentes líquidos, poluição do ar

214 e de superfícies urbanas, bem como disposição inadequada de resíduos sólidos. Infelizmente,  
215 políticas públicas inadequadas de uso do solo urbano, drenagem urbana e de gestão de resíduos  
216 sólidos têm contribuído para agravar o problema das enchentes urbanas em todo País (Tucci et al.,  
217 2001).

218 Na saúde, o aumento da morbidade e da mortalidade causadas por doenças transmitidas por água  
219 contaminada (ex. leptospirose, diarreias, etc.), por ondas de calor e poluição atmosférica (ex.  
220 doenças cardiovasculares e respiratórias) são relatadas em estudos como de Confalonieri et al.  
221 (2008) e Freitas et al. (2004), sobre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente.

222 Diante desse quadro, tanto a mitigação quanto a adaptação representam desafios consideráveis, os  
223 investimentos necessários em infraestrutura são volumosos, e estão de certa forma concentrados no  
224 presente, pois na maioria dos casos não são pensados para o futuro e nem tão pouco distribuídos ao  
225 longo do tempo de modo uniforme.

226 Por um lado, os recursos naturais disponíveis e o vasto território brasileiro permitiram o  
227 desenvolvimento de energia com baixo teor de carbono. Historicamente, grandes investimentos em  
228 energia hidroelétrica, bem como o etanol (proveniente da cana-de-açúcar) favoreceram o país com a  
229 presença de uma matriz energética baseada em baixa intensidade de emissões de carbono.  
230 Entretanto, por outro, o desmatamento da Amazônia associado às queimadas aumenta  
231 significativamente as taxas de emissões de carbono do Brasil (Banco Mundial, 2010a).

232 Como consequência do desmatamento da Amazônia, deve ocorrer uma mudança significativa dos  
233 padrões de incidência de chuvas nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, levando a redução da  
234 produtividade das colheitas e da capacidade hídrica, inclusive prejudicando a produção de  
235 hidroeletricidade. A produção agrícola e a pecuária também respondem por 25% das emissões  
236 brutas do Brasil. As emissões oriundas da agricultura resultam principalmente do emprego de  
237 fertilizantes, da mineralização do nitrogênio no solo, do cultivo de arroz irrigado em várzeas, da  
238 queima de cana-de-açúcar e uso de maquinário agrícola movido a combustíveis fósseis.

239 Subsetores, tais como transporte urbano, geração de energia e processos industriais, que dependem  
240 de combustíveis fósseis, preveem aumentos das emissões até 2030, enquanto as emissões de  
241 subsetores que dependem de formas de energia com menor intensidade de carbono (ex.  
242 biocombustível e produção de energia hidrelétrica) permanecem relativamente estáveis.

243 Atualmente, poucas das novas tecnologias (ex. biocombustíveis de segunda geração, energia solar  
244 fotovoltaica e eólica, técnicas manejo do solo mais avançadas) estão disponíveis no mercado ou são  
245 frequentemente empregadas. Além disso, o engessamento das estruturas administrativas e a falta de  
246 articulação do governo com a sociedade dificulta a capacitação do sistema econômico para a  
247 supressão das demandas, principalmente em momentos de dificuldade (ex. crises econômicas,  
248 políticas, etc.).

249 Uma pesquisa de manejo de solo conduzida, por vinte anos, pela Empresa Brasileira de Pesquisa  
250 Agropecuária (Embrapa) e pela Universidade Federal Fluminense confirma a eficácia do sistema de  
251 plantio direto como prática de conservação do carbono no solo. O estudo mostra que o plantio  
252 direto acumula cerca de duas vezes mais carbono orgânico no solo do que o plantio convencional.

253 A mudança dos sistemas de produção de carne, a implementação de melhorias genéticas e  
254 aprimoramento das espécies de forragens para o rebanho também podem reduzir as emissões (de  
255 metano) provenientes do processo digestivo do gado sem reduzir a produção total de carne (Banco  
256 Mundial, 2010b).

257 Já a recuperação de Florestas tem alto potencial de remoção de carbono, em média de cerca de 140  
258 toneladas de CO<sub>2</sub> ao ano. É possível reduzir a demanda de cerca de 138 milhões de hectares até  
259 2030 em um “Cenário de Baixo Carbono” por meio das seguintes medidas de aumento de  
260 produtividade da pecuária: (1) promover a recuperação de áreas degradadas de pastagem; (2)

261 estimular a adoção de sistemas produtivos que envolvam confinamento de gado para engorda; (3)  
262 encorajar a adoção de sistemas de lavoura-pecuária.

263 Segundo Motta (2011), metas nacionais concentradas no controle do desmatamento podem oferecer  
264 ao país uma significativa vantagem comparativa, pois a redução do desmatamento é sem dúvida  
265 menos restritiva ao crescimento econômico que as restrições ao consumo de energia, inclusive no  
266 processo industrial.

267 Contudo, os estudos mostram que a diminuição da demanda adicional de colheita e pecuária não é  
268 suficiente para eliminar a complexa dinâmica que atualmente resulta do desmatamento das florestas  
269 nacionais, seja em áreas florestais protegidas ou em áreas onde o desmatamento ainda é legalmente  
270 possível. Esses resultados refletem a necessidade de medidas adicionais para conter o processo, pelo  
271 menos em áreas onde o desmatamento é ilegal, para assim alcançar a meta estabelecida pelo  
272 governo brasileiro de desmatamento ilegal zero (Banco Mundial, 2010b).

273 Algumas medidas já foram colocadas em prática por meio da implementação do Plano de Ação para  
274 Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, mas se estes esforços continuarem  
275 negligenciados, as emissões aumentarão significativamente. Estima-se que a ampla implementação  
276 desse tipo de estratégia reduza o desmatamento em até 68% na Amazônia e Cerrado, sendo que na  
277 Mata Atlântica, a redução seria de aproximadamente 90% até 2030 (Banco Mundial, 2010b).

278 O Brasil poderá reduzir ainda as emissões anuais do setor energético em até 35% (até 2030), com a  
279 maior parte das ações realizadas pelo setor industrial, se as seguintes medidas forem  
280 implementadas: (1) substituição do combustível fóssil utilizado pela indústria; (2) refino e  
281 transformação *gas-to-liquid* (GTL) para a produção de *diesel* com baixo teor de enxofre; (3)  
282 geração de energia eólica e fotovoltaica (solar), (4) cogeração baseada no bagaço da cana-de-  
283 açúcar; (4) maquinário de alta eficiência energética. Ainda assim, as emissões do setor de energia  
284 permanecem 28% mais elevadas em 2030 do que em 2008 (Banco Mundial, 2010b).

285 O setor elétrico brasileiro é fortemente dependente de fontes renováveis de energia, principalmente  
286 hidroelétrica. A disponibilidade e a confiabilidade dessas fontes, no entanto, dependerá das  
287 condições climáticas, que podem variar em função das mudanças climáticas globais (Schaeffer,  
288 2009).

289 Para Lucena et al. (2009), mais importante do que uma estratégia climática para o setor elétrico  
290 associada a reduções das emissões de GEE, seria uma estratégia associada a outros setores visando  
291 o processo de adaptação, uma vez que a mudança do clima pode afetar de modo geral a  
292 disponibilidade hídrica e consequentemente os sistemas baseados em fontes renováveis de energia  
293 como a hidrelétrica. De fato, os estudos e cenários climáticos elaborados pelo IPCC (2007) apontam  
294 para a possibilidade de que a confiabilidade na geração de eletricidade de origem hidráulica se  
295 reduza a longo prazo em função de alterações das vazões dos rios.

296 No meio urbano as emissões poderiam ser reduzidas por meio das seguintes opções de mitigação:  
297 (1) implementação de sistemas de transportes públicos integrados mais eficientes como a  
298 ampliação das linhas de metrô e trens urbanos em Regiões Metropolitanas; implantação de linhas de  
299 VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) em grandes cidades; ou BRT (*Bus Rapid Transit*) em cidades  
300 médias e pequenas; além da implementação de medidas de gerenciamento de tráfego. A redução do  
301 número de veículos automotivos nas áreas urbanas é extremamente necessária.

302 A transferência para um sistema modal de transporte de passageiros e cargas é fundamental, com a  
303 expansão de trens de alta velocidade, principalmente para grandes centros de decisão (e poder)  
304 como São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília; substituindo o uso maciço de aviões, carros e  
305 caminhões. Segundo o Banco Mundial (2010b), o uso de sistemas de transporte marítimos e  
306 ferroviários para transporte de cargas poderiam reduzir as emissões em cerca de 9% até 2030. Já o

307 Relatório das Nações Unidas (2009) alerta para o fato de que as emissões do setor de transportes  
308 marítimos também são significativas, salientando a necessidade de estudos mais aprofundados.

309 Atualmente a infraestrutura inadequada para implantação do sistema intermodal e a falta de  
310 coordenação entre as instituições públicas brasileiras representam barreiras quase que  
311 intransponíveis. A transição dos combustíveis fósseis para biocombustíveis (de 60% para 80% em  
312 2030) permitiria uma redução de mais de um terço do total das emissões (Banco Mundial, 2010b),  
313 entretanto o principal desafio é garantir que as sinalizações dos preços do mercado fiquem alinhadas  
314 com este objetivo.

315 De acordo com o Banco Mundial (2010b), as emissões anuais do setor de manejo de resíduos  
316 sólidos e efluentes líquidos podem ser reduzidas em até 80% em 2030 se as seguintes ações forem  
317 implantadas: (1) incentivos do mercado de carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento  
318 Limpo para estimular a participação em projetos destinados à eliminação dos gases de aterros  
319 sanitários; (2) desenvolvimento da capacidade municipal para planejamento de longo prazo e  
320 desenvolvimento de projetos relacionados; (3) aumento da conscientização e uso de estruturas mais  
321 eficientes; (4) regulamentações e procedimentos legais para melhoria de acesso a recursos  
322 financeiros; (5) criação de consórcios intermunicipais e regionais para o gerenciamento dos  
323 sistemas de tratamento de resíduos e efluentes (domésticos e industriais).

324 A elaboração de Planos de Drenagem Urbana para as cidades brasileiras provavelmente permitirá  
325 mitigar os impactos das enchentes urbanas. No entanto, será necessário mudar a concepção dos  
326 projetos e a forma de planejamento adotadas pela grande maioria dos engenheiros que atuam no  
327 campo de sistemas de drenagem. Deve-se modificar, principalmente, a visão técnica e política  
328 equivocada das obras de controle de enchentes. Essas ações exigem um processo de renovação por  
329 parte de diferentes segmentos profissionais, muitos dos quais ainda em fase incipiente de  
330 organização (Tucci et al., 2001). Portanto, apesar de eventuais evoluções positivas, estas ainda são  
331 pontuais e desconexas, sendo que avanços concretos só ocorrerão se houver uma mudança das  
332 soluções técnicas e uma forte motivação (ou vontade política) por parte dos tomadores de decisão.  
333 Caso contrário, as perspectivas desse setor serão as piores possíveis.

334 Quanto aos sistemas de alerta e de prevenção de riscos das barragens brasileiras, espera-se que  
335 sejam desenvolvidos mecanismos legais com programas preventivos para as bacias onde o impacto  
336 pode ser significativo (Tucci et al., 2001).

337 Assim, são necessárias soluções urgentes para reduzir à vulnerabilidade do Brasil e permitir à  
338 adaptação as mudanças do clima, entretanto é fundamental que as soluções sejam viabilizadas  
339 dentro da perspectiva de sistemas integrados.

340 Normas, políticas, estruturas de governança e interesses comuns adquiridos devem orientar a  
341 transformação da legislação nacional. Para que haja sucesso, uma política de desenvolvimento deve  
342 considerar como fatores determinantes a matriz energética, as fontes de energia atuais e potenciais,  
343 agricultura, transferência de tecnologias, gestão de riscos, combate a inércia do comportamento de  
344 pessoas e organizações (mudanças na forma de atuar).

345 As sociedades sempre dependeram do clima, mas apenas agora estão compreendendo que o clima  
346 depende das ações sociais, que se não forem bem administradas comprometerão o bem estar das  
347 gerações atuais e futuras. O planeta estará em média mais quente, e os impactos serão sentidos por  
348 todos.

349 Além disso, mudar metas e padrões organizacionais é um processo lento devido à resistência de  
350 alguns setores. Facilitar o processo de adaptação é essencial, notadamente por meio de sistemas de  
351 gestão de riscos e redes de proteção social.

352 Isso significa buscar maior eficiência energética, entre outras opções, para mitigar em qualquer que  
353 seja a situação, o local e o setor em que haja oportunidade. Além disso, implica em investir em

354 infraestrutura e projetos para minimizar custos e evitar que economias fiquem atreladas a condições  
355 de alta emissão de carbono que seriam dispendiosas para mudar no futuro, correndo o risco de se  
356 tornarem totalmente inviáveis economicamente (Banco Mundial, 2010b).

357 Economias limpas serão valorizadas, enquanto que economias tradicionais perderão valor de  
358 mercado. O que deve ficar bem claro é o fato de que, se um país ou grupo de países não mitigar,  
359 outros devem fazer por opções de mercado e de sobrevivência. Quem detiver o conhecimento e a  
360 disponibilidade de novas tecnologias mais eficientes sobreviverá (Banco Mundial, 2010b).

361 Os custos de mitigação aumentam conforme se avança no tempo, logo as perdas por atrasos nesse  
362 processo são inevitáveis e tão grandes que fica claro que os benefícios econômicos serão  
363 infinitamente maiores para aqueles que realizarem esforços no sentido de reverter o panorama atual.

364 O seguro é uma alternativa, um instrumento criado para auxiliar no gerenciamento do risco residual,  
365 entretanto este apresenta uma série de limitações. O risco climático está aumentando e tende a afetar  
366 regiões inteiras e grandes grupos populacionais, o que dificulta a aplicação desse instrumento para  
367 todos.

368 Entretanto, mesmo com a implementação de seguros, os prejuízos associados a catástrofes não  
369 podem ser totalmente absorvidos pelos indivíduos e corporações. Em um clima mais instável, os  
370 governos, em último caso, se tornarão cada vez mais os seguradores e terão a responsabilidade  
371 implícita de apoiar a recuperação e a reconstrução das localidades afetadas por desastres (Banco  
372 Mundial, 2010b).

373 Para Motta (2011), o desenvolvimento de planos setoriais, se articulado com instrumentos  
374 econômicos adequados, oferecerá oportunidades para que o Brasil aumente a eficiência da sua  
375 transição na direção de uma economia de baixo carbono, e com isso se adeque da melhor forma  
376 possível às mudanças do clima.

377 Para garantir o fornecimento de água, energia e alimentos adequados para todos, será necessário um  
378 sistema comercial mais flexível (apoiado em novas tecnologias) e redes sociais fortalecidas, menos  
379 vulneráveis as mudanças, de maneira que a recuperação se torne um processo cada vez mais rápido,  
380 devido a grande articulação entre as partes envolvidas.

381 As políticas de proteção social e os sistemas de gerenciamento de emergência poderão auxiliar, mas  
382 estes devem ser fortalecidos onde existem e devem existir nas localidades onde ainda não foram  
383 criados ou implantados. Redes de segurança social devem ser gerenciadas de modo que o processo  
384 de adaptação tenha respaldo, por exemplo, em relação aos desafios impostos pela garantia de  
385 segurança alimentar, hídrica e energética.

386 Diante das principais características apresentadas, pode-se verificar a extensão dos problemas a  
387 serem abordados, para que o Brasil alinhe suas políticas com os diversos setores socioeconômicos  
388 envolvidos visando auxiliar o processo de desenvolvimento efetivo e que esteja condicionado ao  
389 processo de mitigação e adaptação às mudanças do clima. Em uma avaliação de oportunidades para  
390 a construção de cenários de investimento, devem ser consideradas as negociações multilaterais  
391 desenhadas para uma abordagem que inclua definitivamente a interface ambiental, da qual centenas  
392 de nações, inclusive o Brasil, dependem, buscando convergir seus interesses de maneira equilibrada  
393 e igualitária através de um sistema de governança claro e eficiente.

394 Governança significa assumir a responsabilidade pelo destino futuro, desenhar as políticas de  
395 maneira integrada para reverter o quadro atual e finalmente executá-las efetivamente. Sem o  
396 reconhecimento dos equívocos do passado, da responsabilidade pelo futuro e sem a forte  
397 determinação da necessidade de mudança, será quase que improvável reverter a situação e  
398 aproveitar as oportunidades que surgem diante da crise climática.

399

## 400 Referências Bibliográficas

- 401 Banco Mundial, 2010<sup>a</sup>: Desenvolvimento e Mudança Climática. Relatório sobre o Desenvolvimento  
402 Mundial. Editora Unesp. 415p.
- 403 Banco Mundial, 2010<sup>b</sup>: Brasil: país de baixo carbono. Estudo de caso - Mitigação da Mudança  
404 Climática por meio do desenvolvimento. EMASP. 32 p..
- 405 Confalonieri, U. e D. Marinho, 2008: Saúde Pública e Risco Social. Rio Próximo 100 anos. O  
406 aquecimento Global e a Cidade. Org. Gusmão, P. Serrano, P. Besserman, S. Instituto  
407 Municipal de Urbanismo Pereira Passos. IPP/SMU.
- 408 Department Of Climate Change and Energy Efficiency. Australian Government, 2011: ‘Climate  
409 Change Risks to Coastal Infrastructure, Industry and Essential Services’, *Report Published by*  
410 *the Department of Climate Change*, Australia, pp. 1-2.
- 411 Freitas, C.; S. A. Bremner; N. Gouveia; L. A. A. Pereira, P. H. N. Saldiva, , 2004: Interações e  
412 órbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997 Hospital  
413 admissions and mortality: association with air pollution in São Paulo, Brazil, 1993 to 1997.  
414 *Revista Saúde Pública*. Vol. 38 (6). pp 751-759.
- 415 Horton, R., V. Gornitz, M. Bowman , 2010: Climate observations and projections New York City  
416 Panel on Climate Change 2010 Report. Ann. N.Y. Acad. Sci. pp 41-62.
- 417 IPCC,2007: ‘Impacts, Adaptation and Vulnerability’, *Contribution of Working Group II to the*  
418 *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change -2007*; [M.L.  
419 Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds)], Cambridge  
420 University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 900pp.
- 421 IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change  
422 Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on  
423 Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D.  
424 Mastrandrea, K.J. Mach, G-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)].  
425 Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- 426 Lucena, A. F. P.; R. Schaeffer; A. S. Szklo; R. R. Souza; B.S.M.C. Borba; I.V.L. Costa; A.O. Pereira  
427 JR; S. H. F. Cunha, 2009: The Vulnerability of Renewable Energy to Climate Change in  
428 Brazil. *Energy Policy*, v. 37, p. 879-889.
- 429 Motta, R. S., 2011: A política nacional sobre mudança do clima: aspectos regulatórios e de  
430 governança. In: *Mudança do clima no Brasil*. pp. 31 a 42. IPEA. Brasília (D.F.).
- 431 Rosenzweig C., Solecki, W. e A. Degaetano, 2011: ‘Responding to Climate Change in New York  
432 State: The ClimAID Integrated Assessment for Effective Climate Change Adaptation in New  
433 York State’, *Final Report*. NYSERDA-Report 11-18.
- 434 Soares, M. L. G. 2008: Formação de Manguezais. Rio Próximo 100 anos. O aquecimento Global e a  
435 Cidade. [Gusmão, P. Serrano, P. Besserman (Org.)], S. *Instituto Municipal de Urbanismo*  
436 *Pereira Passos*. IPP/SMU.
- 437 Schaeffer, R., 2009: Redução de Emissões: Opções e Perspectivas para os setores de energia,  
438 transporte e indústria. In “Coalizão de Empresas pelo Clima” FBDS. Rio de Janeiro.
- 439 Tucci, C. E. M.; I. Hespanhol, O.M. Cordeiro Netto, 2011: Gestão da Água no Brasil. UNESCO,  
440 156 pag.
- 441 UNFPA, 2009: State of World Population. Facing a changing World: Women, Population and  
442 Climate. 94 pag.

- 443 Nações Unidas, 2009: 'Multi-Year Expert Meeting on Transport and Trade Facilitation: Maritime  
444 Transport and the Climate Change Challenge' - Summary of Proceedings, United Nations  
445 Conference on Trade and Development, Geneva, pp.1-47.
- 446 O'Brien, K. e R. Leichenko, 2008: Human Security, Vulnerability and Sustainable Adaptation.  
447 Fighting climate change: human solidarity in a divided world. Human Development Report  
448 2007/2008. United Nations Development Program (UNDP), New York, New York, USA