

PRIMEIRO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO NACIONAL VOLUME 3 – MITIGAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Capítulo 2. Temas Estruturantes

| | | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capítulo | 2. | |
| Título | Temas Estruturantes | |
| Sub-Capítulos | 2.1. Riscos e Incertezas das Políticas de Resposta às Mudanças Climáticas 2.2. Desenvolvimento e Equidade: Desafios das Políticas de Mitigação 2.3. Forças Motrizes, Tendências e Mitigação | |
| Autores | AutoresCoordenadores | Edson Domingues - UFMG Maria Silvia Muylaert de Araujo – UFRJ Martha Macedo de Lima Barata - FIOCRUZ/RJ Ricardo Abramovay - USP/NESSA |
| | AutoresPrincipais | Donald Sawyer - UNB/CDS Euridice Mamede - PPE/COPPE/UFRJ Gleide Borges M. Lacerda - IVIG/PPE/COPPE/UFRJ Peterson Molina Vale - London School of Economics Rodrigo Pacheco Ribas - IVIG/PPE/COPPE/UFRJ |
| | AutoresColaboradores | Aline Souza Magalhães - UFMG André Felipe Simões - USP Daniel Caixeta Andrade - Universidade Federal de Uberlândia |
| | AutoresRevisores | Marcel Bursztyn - UNB/CDS Ronaldo Seroa da Motta – IPEA José Roberto Moreira |

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Riscos e Incertezas das Políticas de Mitigação à Mudança Climática | 2 |
| 2.1.1. Risco e Incerteza | 3 |
| 2.1.2. Riscos e Incertezas nas Mudanças Climáticas | 4 |
| 2.1.3. Percepção e Comunicação do Risco e da Incerteza na Mudança do Clima | 7 |
| 2.1.4. Preferências sociais e comportamento de indivíduos e nações | 9 |
| 2.1.5. Modelando as incertezas | 10 |
| Referências Bibliográficas | 11 |
| 2.2. Desenvolvimento e equidade: desafios das políticas de mitigação | 14 |
| 2.2.1. Ética, Desenvolvimento Sustentável e Equidade | 14 |
| 2.2.2. Aspectos determinantes, aspectos direcionadores e barreiras | 16 |

| | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 22 | 2.2.2.1. Conceitos e linhas teóricas envolvendo Equidade | 16 |
| 23 | 2.2.2.2. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável | 18 |
| 24 | 2.2.2.3. Equidade e divisão de responsabilidades no que diz respeito às Mudanças climáticas | 20 |
| 25 | 2.2.3. Desafios das políticas de Mitigação | 24 |
| 26 | 2.2.3.1. Magnitude, espaço e orçamento | 25 |
| 27 | 2.2.3.2. O longínquo horizonte das energias renováveis..... | 30 |
| 28 | 2.2.3.3. Intensidade energética e padrões de consumo..... | 32 |
| 29 | Referências bibliográficas | 34 |
| 30 | 2.3. Forças Motrizes, Tendências e Mitigação..... | 38 |
| 31 | 2.3.1.Introdução..... | 38 |
| 32 | 2.3.2. Forças motrizes, tendências e mitigação | 39 |
| 33 | 2.3.2.1. Mudança no uso do solo e florestas..... | 39 |
| 34 | 2.3.2.2. Atividades produtivas..... | 47 |
| 35 | 2.3.2.3.Energia..... | 48 |
| 36 | 2.3.2.4.Transportes | 50 |
| 37 | Referências bibliográficas | 52 |

38 **2.1. Riscos e Incertezas das Políticas de Mitigação à Mudança Climática**

39 O refinamento e a divulgação de informações científicas consistentes e úteis na orientação de
40 políticas de longo prazo para o País é relevante e desafiador. Neste sentido, cientistas empenham-se
41 em explicar a leigos no tema, quais são os riscos incertos da mudança climática no longo prazo
42 (IPCC, 2007). O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) foi estabelecido pela
43 Organização Mundial de Meteorologia (WMO) e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas
44 (UNEP) para reunir e avaliar informações relevantes para entender a mudança do clima, seu
45 potencial impacto e identificar opções de mitigação e adaptação. O IPCC reúne cientistas no âmbito
46 mundial que revisam na literatura especializada os resultados de estudos no tema e, após criteriosa
47 avaliação, os consolida a cada cinco anos em Relatórios de Avaliação (AR). Estes pretendem
48 subsidiar os trabalhos da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC)
49 e apoiar as negociações para estabilizar, em níveis seguros, a concentração de gases contribuintes ao
50 efeito estufa (GEE) na atmosfera (Budescu et al., 2009; IPCC, 2010; Barata, 2011).

51 Reconhece-se a gravidade da mudança do clima para a economia global (Stern, 2007), e em
52 especial para a economia de Países em desenvolvimento, onde existem dificuldades para responder
53 adequadamente aos casos de eventos climáticos extremos e a população local encontra-se, em
54 grande parte, exposta aos riscos associados à mudança do clima (IPCC, 2012). Os efeitos da
55 mudança do clima e possíveis soluções são frequentemente debatidos na mídia. Políticos e
56 sociedade civil procuram soluções para este problema global, que tem impacto local (Brekkee
57 Johansson-Stenman, 2008). Entretanto, a adoção e manutenção de políticas e ações de mitigação de

58 GEE têm sido insuficientes. Evidências empíricas mostram que a comunicação científica sobre os
 59 riscos da mudança do clima não tem sido suficientemente eficaz para contribuir na adoção dos
 60 acordos e estratégias, necessários à redução do risco climático.

61 Após vinte anos, as negociações no âmbito da UNFCCC para a mitigação de emissões de GEE e a
 62 consequente redução do risco da mudança do clima permanecem sendo realizadas com pouco
 63 avanço no alcance de resultados. Estas dificuldades podem ser explicadas em parte pelo fato de que:
 64 (i) é relativamente fácil para não cientistas, mesmo que em minoria, lançar controvérsias em torno
 65 do tema, justificando o atraso e a inação por meio da ampliação das incertezas (Pidgeon e Fischhoff,
 66 2011); (ii) há confusão no entendimento dos resultados e incertezas informadas nos relatórios do
 67 IPCC (Budescu et al., 2009); (iii) há dificuldade em lidar com escolhas direcionadas para o longo
 68 prazo, que embutem risco e incerteza (Brekke Johansson-Stenman, 2008); e (iv) há obstáculo para a
 69 cooperação em negociação que embute risco, incerteza e interesses distintos (Chichilnisky, 2009).
 70 Não obstante, acordos multilaterais e iniciativas independentes de mitigação de emissões por países
 71 têm sido implantados. No campo das ciências econômicas, observa-se crescente interesse do
 72 segmento da economia comportamental para apoiar a melhoria da informação para a mitigação do
 73 risco climático (Brekke Johansson-Stenman, 2008).

74 O presente subcapítulo relaciona percepção e comunicação de risco e incerteza da mudança
 75 climática. Este é um tema relevante para o Brasil, onde amplia-se a identificação, a avaliação e a
 76 adoção de políticas e ações destinadas a mitigar os determinantes da mudança climática, de forma
 77 consistente com o desenvolvimento sustentável. Observam-se mobilização nacional e articulação
 78 entre governos (federal, estadual e municipal), sociedade civil, setores acadêmicos e empresariais
 79 em busca de iniciativas que possibilitem o avanço concreto em torno da “Agenda Clima” no País.
 80 Destaca-se, a nova moldura político-institucional adotada pelo Brasil para enfrentamento das
 81 alterações climáticas, especialmente: a aprovação da Política Nacional de Mudanças Climáticas
 82 (PNMC) por meio da lei nº 12.187, promulgada em 29 de dezembro de 2009, a adoção voluntária
 83 de metas de redução de GEE; o estabelecimento de novos instrumentos financeiros de gestão que
 84 apoiem ações de mitigação de GEE; e o incentivo dado por órgãos de fomento à pesquisa na este
 85 tema (La Rovere, 2009; BNDES, 2012).

86 **2.1.1. Risco e Incerteza**

87 A distinção fundamental entre 'risco' e 'incerteza' foi introduzida pelo economista Frank Knight
 88 ([1921] - 2002)¹, que apresenta o risco como sendo a probabilidade de se obter resultados que
 89 podem ser verificados por meio de teorias bem estabelecidas e que se utiliza de informações
 90 confiáveis e completas. Já, a incerteza, refere-se a situações em que as informações podem ser
 91 fragmentadas ou não disponíveis (Halsnaes et al., 2007). O interessado em conhecer e gerenciar o
 92 risco entende que este é função da probabilidade de ocorrência de eventos e da respectiva
 93 magnitude do impacto (Standard ISO/IEC GUIDE 73, 2002).

94 A incerteza ocorre quando há desconhecimento da probabilidade ou da magnitude da consequência
 95 e/ou pouco entendimento em relação à confiabilidade da informação. Isto conduz ao
 96 desconhecimento do valor esperado das perdas ou dos ganhos relacionados ao evento em análise e
 97 tem, em geral, como resultado, a inação para preveni-los ou adotá-los. Indivíduos, em condições de
 98 incerteza, não conhecem a probabilidade de ocorrência de determinados eventos e por isto não
 99 podem fazer escolhas racionais (Pope e Schweitzer, 2011). De forma geral, incerteza representa a
 100 ausência do conhecimento necessário – ou considerado como tal – para a formação de um acertado
 101 julgamento acerca de algo (Palludeto e Ribeiro, 2011). A estruturação de modelos que considerem

¹Referenciado no quarto relatório do IPCC (2007) do grupo de trabalho 3 (Mitigação à Mudança do Clima), página 131. A obra original foi publicada em 1921 e republicada em 2002 pela Beard Books (Knight, F. H., 2002. Risk, uncertainty and profit. Washington, D.C.: Beard Books.).

102 opinião de especialistas contribui para a redução das incertezas e, em consequência, apoia na
103 melhoria da percepção e da gestão do risco (Cooke, 2008).

104 A literatura científica relacionada ao tema da mudança do clima apresenta incertezas, em geral,
105 compreendidas nas classes: aleatoriedade, possibilidade, risco Knightiano ou incerteza profunda,
106 incerteza estrutural, *fuzzyness* ou imprecisão (Halsnaes et al., 2007). Estas estão descritas no Box
107 2.1.

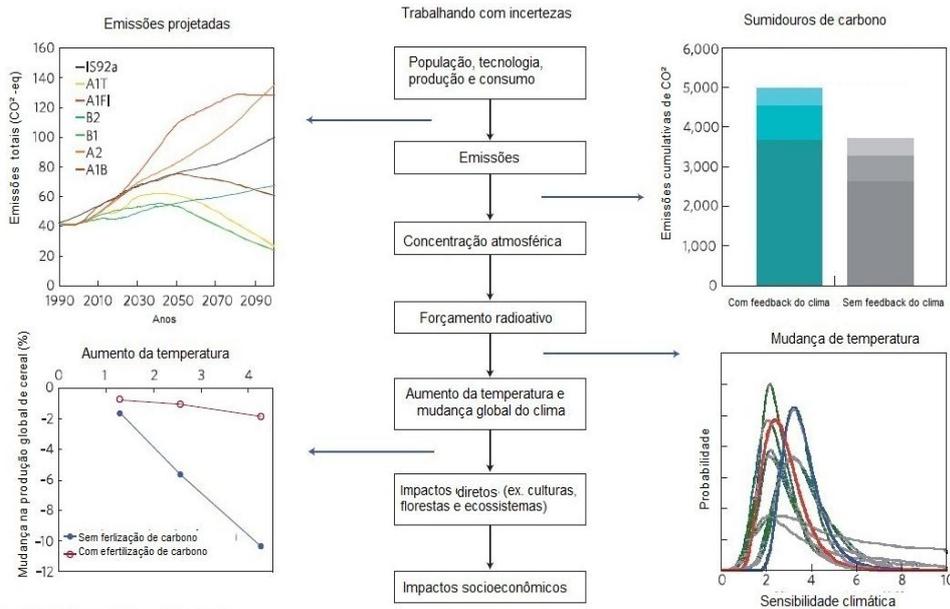
108 Box 2.1.1 – Classes de Risco e Incertezas

- **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 variável influenciada 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 convergentes resultados são obtidos através de diferentes modelos e métodos de análise, bem como de observação. **Fuzzyness ou imprecisão:** descreve a natureza de variáveis e/ou resultados difusos.

Adaptado de Halsnaes et al.. (2007)

109 2.1.2. Riscos e Incertezas nas Mudanças Climáticas

111 Cientistas do clima ainda se deparam com incertezas, mesmo sendo *esta uma ciência* conhecida e
112 bem estudada (Oppenheimer, 2009). A complexidade do clima torna extremamente difícil
113 estabelecer qualquer projeção precisa da relação entre **concentração específica** de GEE e mudança
114 na temperatura global (Oppenheimer et al., 2007; Trenberth, 2011). O sistema climático envolve
115 interações entre várias partes em movimento, com incertezas aparecendo tanto na estruturação dos
116 modelos climáticos, como na avaliação de seus parâmetros e conexões (NRC, 2010; Trenberth,
117 2011). A figura 1 apresenta de modo sucinto, a cadeia de fatores que podem ser percebidos como
118 fontes de incertezas à ciência do clima (Stern, 2007).



Fonte: Apud Nick Pidgeon & Baruch Fischhoff

Figura 2.1.1 –Incertezas sobre os Impactos das Mudanças Climáticas
Fonte: Adaptado de Margulis et al. (2011)

119

120

121

122

123

124

Margulis et al. (2011) identificam alguns dos fatores de incerteza incluídos na figura 2.1.1, a saber:

125

- **Emissões de gases de efeito estufa:** são projetadas em função de diferentes pressupostos socioeconômicos, tais como a evolução esperada do crescimento populacional, da inovação tecnológica e do padrão de produção e de consumo ao longo do tempo. Há grande incerteza na projeção de cada um destes pressupostos no médio e no longo prazos.
- **Concentração atmosférica e sumidouro de carbono:** a permanência de gases de efeito estufa na atmosfera depende da taxa em que os sumidouros de carbono, tais como os oceanos e a vegetação, absorvem o carbono da atmosfera, bem como dos respectivos complexos mecanismos de retorno (*feedback*) a que estes processos estão submetidos.
- **Forçamento radioativo** é sabido que o clima é afetado pelas emissões de gases de efeito estufa, por aerossóis, pela mudança na intensidade na radiação solar e por outros forçamentos antrópicos e naturais, como por exemplo os vulcânicos e as alterações na superfície terrestre.

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

Modelos e sensibilidade climática: os modelos climáticos pretendem replicar as relações causais físicas que definem as condições atmosféricas no longo prazo. Entretanto, estes ainda apresentam incertezas relacionadas a especificação, por exemplo, dos parâmetros principais, da forma das funções que o compoem. Exemplificando, o parâmetro da “sensibilidade climática” (Figura 2.1), que relaciona o aumento da concentração dos gases de efeito estufa com a mudança da temperatura e determina os resultados climáticos, ainda é representado com variadas probabilidades. Margulis et al. (2011) apontam, também, para os riscos associados aos pouco conhecidos processos de **descontinuidade, irreversibilidade e inércia** no sistema climático. Exemplificando, a anomalia climática pode: contribuir para a **descontinuidade** de atividade portuária ou agrícola em determinadas regiões, causar dano **irreversível** a uma atividade econômica e/ou a um ecossistema, como a extinção permanente de uma espécie biológica ou incapacidade de se produzir um tipo de cultura. A **inércia** no sistema climático refere-se a “inércia dos fenômenos” e “inércia de decisões no presente”. A inércia dos fenômenos está relacionada ao fato de que, mesmo que se conseguisse eliminar no curto prazo todas as emissões de GEE, existe uma inércia no acúmulo destes gases na atmosfera e ainda assim haveria aquecimento global. A inércia das decisões no presente se dá pelo

152 fato de que, mesmo que neste momento todos os países optassem por emitir menos GEE, existe
153 uma inércia que não permite adoção imediata e eficaz das medidas necessárias para controlar as
154 emissões, pois é preciso tempo e investimento tecnológico para que haja a mudança necessária no
155 processo produtivo, logístico e de oferta de serviços para o alcance da meta acordada.

156 Pidgeon e Fiscchhof (2011) demonstram que o sistema envolvendo determinantes e impactos da
157 mudança climática é complexo e pouco familiar a não cientistas. Intuitivamente, pode-se perceber
158 que há relação não linear entre emissões e concentração de gases de efeito estufa e entre a mudança
159 de temperatura média global e os impactos regionais. Há também o entendimento de que mudanças
160 tecnológicas e de estilo de vida podem influenciar na possível anomalia climática futura e na
161 resiliência ambiental e social (NRC, 2010). Percebe-se que os estudos da economia do clima
162 precisam buscar respostas para lidar com todas as incertezas sobre os possíveis riscos ambientais,
163 econômicos e sociais que a mudança do clima pode apresentar no âmbito regional e local no longo
164 prazo (Stern, 2007). Os estudos destinados a oferecer estas respostas têm sido intensificados, mas
165 na medida em que se amplia o conhecimento no tema, se identificam novas e maiores fontes de
166 incerteza nos mesmos. Isso não invalida o uso de seus resultados para apoiar as decisões (Trenberth,
167 2011).

168 O Artigo 3 (Princípios) do Acordo firmado no âmbito da Conferência das Nações Unidas para o
169 Clima (UNFCCC), em 1992, dispõe que as Partes (países membros) necessitam adotar medidas de
170 precaução para antecipar, prevenir ou minimizar as causas da mudança do clima e seus efeitos
171 adversos. As incertezas relativas aos impactos da mudança do clima não justificam o adiamento de
172 soluções que visem mitigação das emissões de GEE (Halsnaes et al, 2007).

173 Amplia-se o debate social e a inserção do tema nas agendas políticas e do setor produtivo (Brekke e
174 Johansson-Stenman, 2008). Entretanto, a decisão pela prevenção ao incerto risco climático não é
175 trivial, principalmente em países como o Brasil, onde os eventuais investimentos em mitigação das
176 emissões de GEE competem com investimentos em infraestrutura e serviços essenciais, tais como
177 saúde e educação, indispensáveis ao desenvolvimento do País. A identificação de alternativas que
178 contribuam conjuntamente para reduzir as emissões de GEE e os determinantes da pobreza no País
179 é relevante e desafiadora. Cientistas do setor da saúde têm identificado e avaliado alguns possíveis
180 co-benefícios (veja Box 2.1.2) para a qualidade de saúde humana e a segurança alimentar,
181 provenientes da mitigação da mudança do clima (WHO, 2011; Haines et al., 2006).

182 Box 2.1.2 – Potencial Co-benefício para o Setor de Saúde decorrente da Mitigação da Mudança do
183 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, a redução dos riscos ambientais e 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 um benefício social (WHO, 2011).

No Brasil, alguns estudos realizados já mostram que com a adoção de políticas de mitigação na redução de GEE, mediante a implantação preventiva de programas de energia limpa e energia eficiente, resultam em co-benefícios para as populações das cidades. Evento realizado em São Paulo, prévio a um encontro dos prefeitos das grandes cidades (São Paulo C40 Large Cities Climate Summit, 2011) resultou em publicação

apresentando possíveis co-benefícios imediatos para a saúde humana, provenientes de medidas que mitigam a mudança do clima (USP/MEDICINA, 2011). Podem-se citar quatro exemplos de políticas de baixo carbono para a cidade de São Paulo:

1) Transporte público: A redução do tempo de deslocamento com o Metrô, em 2010, permitiu um ganho de mais de 575 milhões de horas e a redução de 13 mil acidentes de trânsito, com economia de R\$138 milhões com saúde (Metrô de São Paulo, 2010a e 2010b);

2) Saneamento: um estudo estimou que se a mesma cobertura da coleta de esgotos das 10 maiores cidades fosse estendida para o conjunto das 81 cidades brasileiras com mais de 300 mil habitantes, haveria uma redução de aproximadamente metade das internações por diarreia e uma economia da ordem de R\$11 milhões em custos de internação (Kronenberger e Junior, 2010);

3) Energia: Caso todos os ônibus a diesel passem a usar etanol, haveria uma redução das internações hospitalares (8002 casos por ano) e da mortalidade (130 casos por ano), com redução de gastos de US\$43,10 milhões por ano (Saldiva, 2010).

184

185 A intensificação de eventos climáticos, com consequentes impactos sociais e econômicos, ocorridos
186 ao longo desta década, evidencia a necessidade de, a despeito das incertezas, agir pela prevenção,
187 de modo a evitar os riscos associados à mudança do clima.

188 Portanto, os benefícios da prevenção podem viabilizar a manutenção do bem estar social e a
189 sustentabilidade do sistema econômico do País, trazendo segurança, não só para a população, mas
190 também para as organizações dos diferentes segmentos.

191 **2.1.3. Percepção e Comunicação do Risco e da Incerteza na Mudança** 192 **do Clima**

193 Todo indivíduo, sociedade e organização estão expostos a uma variedade de riscos. Na escala de
194 riscos enfrentada por organizações há, na realidade, somente quatro respostas possíveis, conforme
195 estudos realizados pelo Programa de Iniciativas Financeiras das Nações Unidas para o Ambiente
196 (UNEPFI): evitar, mitigar, reter ou transferir o risco. No gerenciamento de riscos, as primeiras duas
197 respostas (evitar e mitigar) podem ser categorizadas como o controle do risco, assim como as duas
198 últimas (reter e transferir) referem-se ao financiamento do risco. No que diz respeito ao risco da
199 saúde humana, ambiental ou natural é possível apenas evitar, reter ou mitigar (Andrade e Lacerda,
200 2009).

201 O conhecimento e a comunicação dos riscos climáticos são relevantes para o desenho de
202 mecanismos eficientes para evitar a mudança do clima. Mas como apresentado no item 2.1.2 este é
203 um campo do conhecimento onde ainda há grandes incertezas. É necessário lidar com o desafio de
204 avaliação e comunicação das incertezas e riscos econômicos e políticos relacionados ao risco
205 climático e à eficácia das ações propostas para mitigá-lo.

206 O estudo de Stern (2007) realça as dificuldades na avaliação e na comunicação dos riscos incertos
207 da mudança do clima (Stern, 2007; Haurie et al., 2011). Políticos e empresários, mesmo em
208 condições de incerteza, procuram tomar decisões valendo-se de informações claras e objetivas e da

209 consistência da comunicação e evidências do fato incerto apresentado (Budescu, 2009; Pidgeon e
 210 Fischhoff, 2011). Lidar efetivamente com a comunicação do risco e da incerteza é um objetivo
 211 importante para avaliação e definição de políticas ambientais de longo prazo (Halsnaes et al., 2007).

212 A "ciência" se esforça para obter informações empíricas com o objetivo de testar a teoria e os
 213 modelos. Mas, ao mesmo tempo, "a ciência para a política" deve ser reconhecida como diferente da
 214 "ciência" em si, já que a ciência para a política implica ser sensível às necessidades dos
 215 formuladores de políticas, dadas as informações disponíveis no momento, mesmo que essas
 216 decisões envolvam um considerável grau de subjetividade (Moss e Schneider, 2000).

217 Pidgeon e Fischhoff (2011) indicam que cientistas do clima ainda encontram dificuldade na
 218 comunicação dos riscos climáticos que induza a mudança de atitude da sociedade. Os primeiros
 219 relatórios do IPCC procuravam não falar em incertezas. O quarto relatório recomendava que se
 220 apresentassem as mesmas em termos qualitativos para indicar intervalos de incerteza. Entretanto,
 221 ainda não há clareza, para leitores sobre o grau de certeza ali apresentado (Budescu et al., 2009).

222 Pesquisadores das ciências sociais e comportamentais identificaram lições relevantes para a
 223 comunicação no âmbito da ciência do clima. Destacando-se:

- 224 • O risco pode ser definido de diferentes formas por especialistas e não especialistas,
 225 dependendo de como eles valoram os resultados em jogo (Pidgeon e Fischhoff,
 226 2011). Caso a informação não esteja adequadamente direcionada ao seu usuário, ela
 227 pode não ser considerada. Exemplificando: algumas pessoas se preocupam mais com
 228 a saúde humana, outras com a questão econômica ou ambiental e necessitam de
 229 diferentes estimativas de risco e informação adequada, para avaliarem e decidirem
 230 sobre as medidas de precaução a serem adotadas. No caso da mudança do clima,
 231 ainda há questionamento sobre a relevância da manutenção das florestas em
 232 detrimento do uso da terra para a agricultura, por diferentes setores do País.
- 233 • O entendimento do risco requer mais do que apenas conhecer suas estimativas.
 234 As pessoas precisam de "modelos mentais" ou representação cognitiva do processo
 235 gerador e de controle do risco, que, por sua vez, conduzem às incertezas (Pidgeon e
 236 Fischhoff, 2011). Exemplificando: um estudo realizado entre habitantes do município
 237 de Santa Maria (Rio Grande do Sul) mostra que há maior percepção por parte da
 238 população rural em relação à urbana, sobre os determinantes da variação do clima e,
 239 em consequência, os habitantes da área rural são mais conscienciosos no tema
 240 (Sartori, 2007).
- 241 • A emoção é parte integrante da percepção e do comportamento humano e social. Ela
 242 pode ser essencial para o estabelecimento de decisões adequadas (Pidgeon e
 243 Fischhoff, 2011). A intensificação de eventos hidrometeorológicos extremos no País
 244 resultaram em perdas econômicas e sociais e contribuíram para a implantação do
 245 Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN).
 246 Este tem por objetivo desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de
 247 ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil (Disponível em
 248 <http://www.cemaden.gov.br>; acesso em 05/11/2012).
- 249 • O processo social pode atenuar ou amplificar o risco. Isto é, o conhecimento do risco
 250 por partes interessadas pode contribuir para o adequado entendimento e/ou para que
 251 haja melhoria no controle e apoio social para evitá-lo, independente das incertezas
 252 envolvidas (Pidgeon e Fischhoff, 2011).
- 253 • A inação pode não estar relacionada apenas à falta de informação sobre o
 254 ecossistema global, mas pode ser influenciada por aspectos sociais, psicológicos e de
 255 estratégia na tomada de decisão (Halsnaes et al, 2007).

256 Os desafios enfrentados por cientistas do clima para informar a não-especialistas sobre o fenômeno,
 257 assemelham-se ao desafio de qualquer comunicado técnico, adicionando as incertezas. Budescu et
 258 al. (2009) recomendam que os relatórios do IPCC sejam comunicados de modo a atender ao seu
 259 objetivo, que é contribuir para que os “tomadores de decisão” tenham informações o mais precisas
 260 possíveis. Para tanto, ele propõe que: (i) haja distinção entre as ambiguidades do conhecimento e de
 261 eventos esperados, mesmo que acompanhados de incertezas, bem como, (ii) sejam informados os
 262 diferentes tipos, natureza e magnitude de incerteza que estão implícitos nos eventos esperados,
 263 sempre que possível. Assim, os relatórios devem fazer uso de linguagem verbal e numérica para
 264 comunicar a incerteza, ajustando a amplitude dos intervalos numéricos, para que esta coincida com
 265 a incerteza subjacente ao evento informado ou meta proposta.

266 **2.1.4. Preferências sociais e comportamento de indivíduos e nações**

267 O clima é um exemplo típico de bem público, sobre o qual a mitigação das emissões de GEE, será
 268 percebida por todos os indivíduos ou nações, independente deles terem contribuído ou não para o
 269 aquecimento global. Isto favorece o comportamento denominado por Mancur Olson (1999, apud
 270 Fonseca e Bursztyn, 2007 de “free-rider” ou caroneiro).

271 *“O free-rider é aquele que desfruta do bem coletivo sem ter pago nenhum custo para a*
 272 *obtenção do mesmo. Seja porque a relação custo/benefício desestimula o ator a agir em*
 273 *prol de seus interesses ou então por ser impossível excluir o ator que não contribui com a*
 274 *ação do grupo dos beneficiários” (Fonseca e Bursztyn, 2007, p.179).*

275 Esta característica do clima, em parte, explica porque nações e agentes produtivos permanecem
 276 emitindo GEE e realizando investimentos, que se apresentam com melhor relação de custo-
 277 oportunidade no presente, esperando que outros agentes ou nações tomem a iniciativa de mitigar as
 278 emissões de GEE (Stern, 2007). Neste contexto, iniciativas para que sejam estabelecidos acordos
 279 globais ainda não conseguiram apresentar os resultados necessários para a redução do risco
 280 climático. Observa-se, atualmente, uma tendência aos acordos multilaterais em prol da prevenção
 281 da mudança do clima (Brekke e Johansson-Stenman, 2008; Helm, 2008). As cooperações para
 282 alcance de objetivos são mais eficazes quando realizadas por meio de interações intergrupais. Elas
 283 contribuem para que haja motivação, para evitar sentimento de culpa na tomada de decisão que
 284 tenha reflexos sobre o bem-estar de terceiros, bem como no exercício do controle e da pressão
 285 social, referentes ao atendimento de normas/regulamentos (Gong et al., 2009).

286 O estudo coordenado por Stern (2007) concluiu que ações imediatas para estabilizar as emissões de
 287 GEE devem ser adotadas, pois o benefício da real e imediata ação para mitigar a mudança do clima
 288 sobrepõem o respectivo custo. Estes resultados estão coerentes com a proposta do estudo Stern
 289 (2007), que é contribuir na orientação de “tomadores de decisão” sobre o custo-benefício da política
 290 para a mitigação da mudança do clima (Weitzman, 2007). Em face das múltiplas dimensões do risco
 291 e da incerteza no âmbito da mudança do clima, a sua governança deve ser estabelecida com base em
 292 três pilares: precaução, prevenção e gestão do risco (Halsnaes et al., 2007).

293 O resultado do estudo Stern (2007) decorre, em parte, de duas premissas relevantes adotadas, que
 294 são: a taxa de desconto aplicada e o argumento de que é relevante evitar o risco quando há grande
 295 incerteza nos impactos esperados (Stern, 2007). A taxa de desconto baixa, usada no estudo, embute
 296 um prêmio pelo risco a ser incorrido, nos custos associados aos possíveis impactos mais relevantes
 297 decorrentes da mudança climática (Margulis et al., 2011). Independente dos resultados
 298 apresentados, o estudo coordenado por Stern (2007) contribuiu para apresentar, no âmbito dos
 299 tomadores de decisão, a relevância dos impactos econômicos da mudança do clima (Weitzman,
 300 2007), além de realçar as incertezas subjacentes ao conhecimento dos riscos e do comportamento
 301 econômico futuro diante da mudança do clima (Nordhaus, 2009; Weitzman, 2007). Os
 302 questionamentos em torno das incertezas da mudança do clima são usuais entre cientistas. Mas

303 podem ser mal interpretados pela comunidade em geral (Pidgeon e Fischhoff, 2011) e dificultar as
304 negociações entre as nações.

305 A economia comportamental enfatiza a noção de que as pessoas têm limitações cognitivas e buscam
306 aprovação social em suas decisões, de modo que muitas vezes, adotam decisões irracionais.
307 Entender como as pessoas e nações fazem suas escolhas sob risco, ao longo do tempo, é crucial. Na
308 literatura científica sobre uso da teoria dos jogos nas negociações pela redução da poluição
309 transnacional, observa-se que negociações são realizadas inúmeras vezes, tendo-se em conta que as
310 partes que negociam: (i) são assimétricas, ou seja, os países encontram-se em diferentes níveis de
311 desenvolvimento econômico e cultural e muitas vezes interagem estrategicamente entre si; além de
312 (ii) estarem sujeitas a mudanças de orientações, ao longo do tempo, em virtude de mudanças de
313 governo ou de ocorrência de eventos marcantes, como por exemplo o acidente de Fukushima, que
314 levou alemães a reverem seu programa nuclear. Assim, a otimização simultânea dos resultados
315 alcançados não é um processo simples e pode desencadear em conflito entre as partes. O consenso
316 entre estudiosos do tema é de que os países (ou unidades) irão considerar nas negociações seu
317 próprio benefício, de modo similar ao que é estudado na microeconomia convencional, sobre o
318 comportamento e a tomada de decisão individual. (Brekke e Johanson-Stenman, 2008).

319 As preferências sociais também são pautadas na decisão entre benefícios sociais futuros e presentes.
320 A taxa de desconto usada no modelo econômico para mostrar o custo-benefício de mitigar no
321 presente as emissões de GEE em relação a postergar a ação (Stern, 2007), foi avaliada e questionada
322 (Nordhaus, 2008; Weitzman, 2009). Isto traz à tona o questionamento, ainda atual, que dificulta os
323 acordos, que é relativo à preferência social em atuar no presente para mitigar riscos futuros,
324 deixando com isto de atuar em outros investimentos, ou, ainda, a possibilidade de trilhar justamente
325 o caminho oposto. Este é um debate ainda inconcluso e que realça a necessidade de evidenciar com
326 clareza à sociedade os parâmetros, as premissas e as avaliações que estão sendo consideradas em
327 cada estudo divulgado.

328 Há necessidade de apresentar a incerteza futura, de modo claro, acompanhada das análises técnicas,
329 de modo a evitar que as decisões sejam adotadas de modo simplista (Krupnick et al., 2000).

330 **2.1.5. Modelando as incertezas**

331 A ampliação, nos anos 2010, de estudos contribuindo para a análise econômica das mudanças
332 climáticas apoia a comunicação entre cientistas e formuladores de políticas públicas.

333 Observa-se progresso no refinamento dos “Modelos Integrados de Avaliação” (em inglês IAM) que
334 integram as variáveis (relevantes e possíveis de serem usadas), de modo a permitir analisar as
335 múltiplas dimensões e incertezas da mudança do clima (NRC, 2010). Estes modelos contribuem
336 para o planejamento de políticas, estudos e ações setoriais adequadas a mitigação de emissão de
337 GEE. A avaliação de estudos recentes de modelagem das incertezas na economia do clima, usando
338 modelos híbridos integrados de avaliação (Energia – Ambiente – Economia) concluíram que é
339 prioritário para a pesquisa: o entendimento dos desenhos tecnológicos das opções de mitigação,
340 perspectivas e oportunidades para implementação e melhoria; bem como a incorporação das
341 incertezas nos modelos de clima, de modo a melhorar a percepção para lidar com questões não
342 resolvidas, como: partilha dos encargos, segurança energética e instrumento eficaz de política
343 climática (Haurie et al., 2011). A ampliação do diálogo e da colaboração entre os cientistas do clima
344 e os cientistas sociais podem permitir melhorar a modelagem e a compreensão da incerteza neste
345 campo (Haurie et al., 2011).

346 No Brasil, equipe interdisciplinar de pesquisadores das principais instituições científicas brasileiras
347 iniciou em 2007, por proposta da Embaixada da Grã Bretanha no Brasil, o estudo Economia da
348 Mudança do Clima no Brasil (Margulis et al., 2011). Neste estudo, os modelos computacionais que
349 fornecem projeções sobre o comportamento futuro do clima no território nacional, fornecidos pelo

350 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) alimentaram modelos de simulação de algumas
 351 áreas estratégicas da economia do país, que traduziram em termos econômicos, os impactos
 352 esperados de cada setor considerando duas trajetórias de clima futuro desenvolvido pelo IPCC. As
 353 despeito das incertezas envolvidas nesta modelagem este estudo contribui para o aprimoramento de
 354 políticas públicas associadas à mitigação de emissão de GEE. Seus resultados mostram que as duas
 355 regiões de menor PIB do País, isto é, Norte e Nordeste, serão as mais afetadas pela mudança do
 356 clima. Este estudo contribuiu para a ampliação da massa crítica e da pesquisa no tema e possibilita
 357 observar com maior clareza os instrumentos que possibilitam reduzir as incertezas e aprimorar os
 358 modelos de economia do clima no País.

359 Observa-se no Brasil crescimento do diálogo e da colaboração entre os cientistas do clima e
 360 cientistas sociais para a construção de modelos integrados de avaliação do risco climático o que tem
 361 contribuído para reduzir as incerteza sobre o risco climático e com isto melhorar a governança do
 362 tema no País.

363 Referências Bibliográficas

- 364 Andrade, E.S.M., e G.B.M. Lacerda, 2009. Mudanças climáticas e Análise de Risco da Indústria de Petróleo no Litoral
 365 Brasileiro. Fundación Mapfre, Madrid.
- 366 Barata, M.M.L., e E. Ligeti, 2011. Climate Change and Human Health in Cities. *In: Climate Change and Cities - First*
 367 *Assessment Report of the Urban Climate Change research Network.*[Rosenzweig,C., W.D. Solecki; e
 368 SA.Hammer, e S.Mehrotra (Org.)]. 1 ed.: Cambridge University Press, New York, v. 1, pp. 179-213.
- 369 Brekke. K.A., e O. Johansson-Stenman, 2008.The behavioural economics of climate change., *Oxford Review of*
 370 *Economic Policy*, Volume 24 Number 2.
- 371 BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento, 2012. BNDES na Rio+20. Disponível
 372 em:http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Meio_Ambiente Acessado em 27
 373 de setembro de 2012.
- 374 Budescu, D.V., S.Broomell e H. Por, 2009. Improving communication of uncertainty in the reports of the
 375 intergovernmental panel on climate change. *Psychological Science*, 20, 299-308.
- 376 Cooke, R.M., 2008 Obtaining distributions from Groups for Decisions under Uncertainty.In: *Making decisions with*
 377 *scant information - front-end decision-making in major projects*, [Williams, T. K. Samset e K. Sunnevag (org.)].
- 378 Fonseca, I.F. e M. Bursztyn, 2007. Mercadores de moralidade: a retórica ambientalista e a prática do desenvolvimento
 379 sustentável. *Ambiente & Sociedade*. Campinas v. X, n. 2. p. 171-188.
- 380 Gong, M., J. Baron, e H. Kunreuther, 2009. Group cooperation under uncertainty. *J Risk Uncertain* 39 pp.251–270.
- 381 Haines A., Kovatsa, R.S., Campbell-Lendrum, D., Corvalan, C., 2006. Climate change and human health: Impacts,
 382 vulnerability and public health. *Public Health*.120, 585–596.
- 383 Halsnaes, K., et al., 2007 .Graming Issues. *In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to*
 384 *the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Metz, B., O.R. Davidson,
 385 P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New
 386 York, NY, USA.
- 387 Haurie, A., M. Tavoni, e B.C.C. Van Der Zwaan, 2011. Modeling Uncertainty and the Economics of Climate Change:
 388 Recommendations for Robust Energy Policy. *Uncertainty. Climate change. Energy policy*.
- 389 Helm, D., 2008. Climate-change policy: why has so little been achieved? *Oxford Review of Economic Policy*, Volume
 390 24, Number 2, pp.211–238
- 391 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to
 392 Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental
 393 Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D.
 394 Mastrandrea, K.J. Mach, G.K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University
 395 Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp
- 396 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2010: Understanding Climate Change – 22 Years of IPCC
 397 Assessment, IPCC, Geneva, Switzerland, 12 p. Disponível em:

- 398 http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc_leaflets_2010/ipcc-brochure_understanding.pdf Acessado em 07 de novembro
399 de 2012.
- 400 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of
401 Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate
402 Change Core Writing Team [Pachauri, R.K, e A. Reisinger (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- 403 ISO – International Organization for Standardization, 2002. IEC GUIDE 73 - Risk Management Vocabulary Guidelines
404 for use in standards. Disponível em: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=34998 Acessado em 12
405 de fevereiro de 2011.
- 406 Knight, F.H., 1921. Risk, uncertainty and profit. Houghton Mifflin, Boston. In *Risk, uncertainty and profit*. Knight, F.
407 H., 2002. Washington, D.C.: Beard Books.
- 408 Kronenberg, D.M.P., e J.C. Junior, 2010. Análise dos Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de
409 Agravos Relacionados ao Esgotamento Sanitário Inadequado nos Municípios Brasileiros com mais de 300.000
410 habitantes. Instituto TrataBrasil.
- 411 Krupnick. A., R. Morgenstern, e P. Nelson, 2000. Are Decisionmakers at Home on the Range? Communicating
412 Uncertainties in Cost-Benefit Analyses.
- 413 La Rovere, E. L., 2009. Perspectivas para a Mitigação das Mudanças Climáticas: Ações do Brasil e no Mundo In: *IV*
414 *CNPEPI. Palácio Itamaraty. Rio de Janeiro.*
- 415 Margulis. S.; C.B.S., Dubeux; e J. Marcovitch, 2011. Economia da mudança do clima no Brasil. Rio de Janeiro:
416 Synergia Editora.
- 417 METRÔ DE SÃO PAULO, 2010a. Benefícios Sociais.
- 418 METRÔ DE SÃO PAULO, 2010b. Inventários de Emissão de Gases de Efeito Estufa do metrô de São Paulo.
- 419 Moss, R.H., e S.H.Schneider, 2000. Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to lead authors for more
420 consistent assessment and reporting. In: *Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment*
421 *Report of the IPCC* [Pachauri, R. , T. Taniguchi, e K. Tanaka (eds.)]. World Meteorological Organization,
422 Geneva, pp. 33-51.
- 423 NRC - National Research Council, 2010, Describing Socioeconomic Futures for Climate Change Research and
424 Assessment: Report of a Workshop. Panel on Socioeconomic Scenarios for Climate Change Research and
425 Assessment. Committee on Human Dimension of Global Change, Division of Behavioral and Social Sciences
426 and Education. Washington, DC: The National Academy Press.
- 427 Nordhaus, W.D., 2007. A review of the Stern Review on the economics of climate change. *J Econ Lit* 45(3) pp. 686–
428 702.
- 429 Oppenheimer, M, O'Neill, B.C.O. Webster, M. Agrawala, S. 2007. The limits of consensus. *Climate Change*.
430 Downloaded de www.sciencemag.org em 21 Dezembro de 2009.
- 431 Oppenheimer, M. et al., 2007. The establishment of consensus by the IPCC is no longer as critical to governments as a
432 full exploration of uncertainty. *Climate Change*.
- 433 Palludeto, A.W.A., e R.S.M. Ribeiro, 2011. Humpty Dumpty e os conceitos de incerteza: uma tipologia. IV Encontro
434 Internacional da Associação Keynesiana Brasileira (AKB) - www.ppge.ufrgs.br/akb/encontros/2011/26.pdf
435 Acessado em 12 de julho de 2012.
- 436 Pidgeon, N., e B.Fischhoff, 2011. The role of social and decision sciences in communicating uncertain climate risks.
437 *Nature climate change*. vol 1: 35-41. www.nature.com/natureclimatechange. Acessado em 26 de dezembro de
438 2011.
- 439 Pope, D. e Schweitzer 2011. Is tiger woods loss averse? Persistent bias in the face of experience, competition and high
440 stakes. *American Economic Review* 101. Fevereiro de 2011, pp 129-157.
- 441 Saldiva, P. et al., 2010. O Etanol e a Saúde. In *UNICA, Etanol e Bioeletricidade – a cana de açúcar no futuro da matriz*
442 *energética*. São Paulo.
- 443 São Paulo C40 Large Cities Climate Summit, 2011. Carta de Recomendações em Saúde São Paulo, C40 2011.
444 Workshop Clima e Saúde nas Megacidades, Medicina USP, Metrô de São Paulo.

- 445 Sartori, M.G.B., 2007. Society Perception and Global Climate Change. In *A contribution to understanding the regional*
446 *impacts of global change in South America*. [Ribeiro, P.L.D.W.C, L.H. Nunes (eds.)]. São Paulo- Institutos
447 Avançados da Universidade de São Paulo, pp 377-391.
- 448 Stern, N., 2007. Stern Review. The Economics of Climate Change: review Cambridge University Press. UK.
- 449 Trenberth, K., 2011. More knowledge, less certainty Macmillan Publishers Limited.
- 450 USP – Universidade de São Paulo/ MEDICINA, 2011. São Paulo C40 Large Cities Climate Summit, Instituto Saúde e
451 Sustentabilidade. Carta de Recomendação em Saúde, São Paulo, C40.
- 452 Weitzman, M.L., 2009. On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. The review of
453 economics and statistics. Vol. XCI, Número 1.
- 454 Weitzman, M.L., 2007. The Role of Uncertainty in the Economics of Catastrophic Climate Change.
- 455 WHO – World Health Organization, 2011. Health in the Green Economy: Health Co-benefits of Climate Change
456 Mitigation-Housing Sector. World Health Organization, Geneva.
- 457

458 2.2. Desenvolvimento e equidade: desafios das políticas de mitigação

459 2.2.1. Ética, Desenvolvimento Sustentável e Equidade

460 O conceito de equidade no âmbito do tema de mudanças do clima apresenta características
461 específicas e envolve aspectos do presente e em relação a diferentes gerações. Há referências à
462 equidade nos documentos da *United Nations Framework Convention on Climate Change* -
463 UNFCCC e do *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC. O Artigo 3 da UNFCCC, por
464 exemplo, refere-se ao tema de modo bastante subjetivo, indicando que:

465 *“(...) as Partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e*
466 *futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas*
467 *responsabilidades comuns, mas diferenciadas, e respectivas capacidades. Em decorrência, as*
468 *Partes Países Desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a*
469 *seus efeitos”.*

470 Há um enorme esforço em definir de forma mais concreta, o conceito de equidade no debate. Este
471 esforço tem o papel de tentar amenizar as dificuldades de enfrentamento das consequências das
472 resoluções da Convenção do Clima², em termos do que se pode considerar razoavelmente justo
473 (UNFCCC, 1992; Munasinghe e Swart, 1999).

474 Diversas abordagens sobre equidade surgiram neste debate, criando muitos indicadores para o
475 conceito. Responsabilidades presentes ou passadas quanto aos problemas do clima, disposição a
476 pagar danos causados pelas mudanças climáticas, igualdade de emissão *per capita* de gases para a
477 atmosfera, áreas dos territórios nacionais, além de critérios *ad hoc*, são alguns exemplos que
478 expressam a diversidade de abordagens relacionadas ao conceito de equidade. Estas abordagens são
479 baseadas em argumentos que buscam respaldo em algum conceito de Ética.

480 Existe ceticismo quanto ao interesse em temas como ética e moral. Evocações públicas de
481 princípios morais estão frequentemente legitimando políticas cujas decisões foram tomadas em
482 diferentes bases (Engel, 1990). Podemos apontar algumas razões de ordem prática que expliquem o
483 novo interesse, por parte de pessoas de todas as áreas de reflexão, nos temas da moral e da ética.
484 Uma delas é a ênfase dada à necessidade de tomada de consciência da importância do papel dos
485 "valores" e do conceito de cultura nas atividades humanas. Uma outra razão seria o papel que a
486 ética teria de clarificar conceitos vagos, tais como os conceitos de democracia, equidade, "respeito à
487 natureza", entre outros. A ética aqui entendida pode ajudar na compreensão, não do que é certo e
488 errado, mas do que está estruturando os diversos comportamentos.

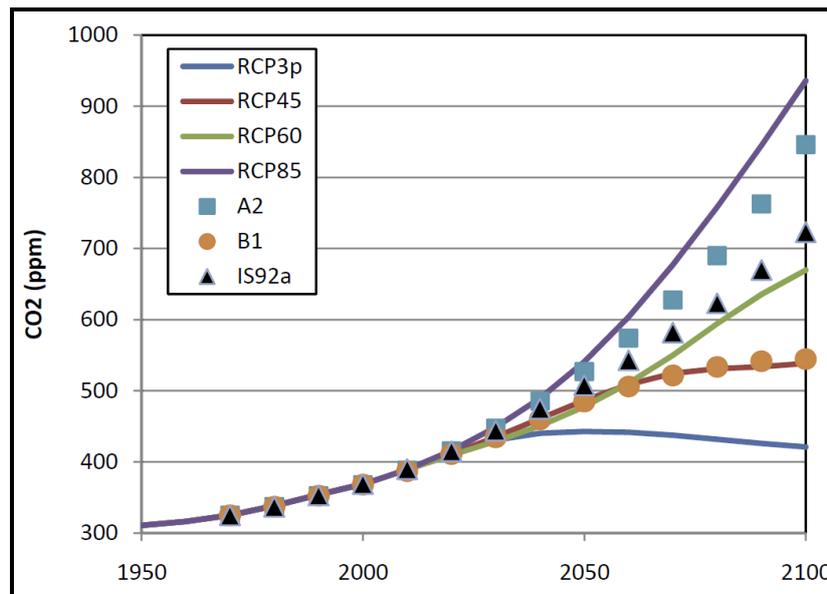
489 Da mesma forma, o conceito de Desenvolvimento Sustentável envolve aspectos controversos e
490 subjetivos. Enquanto a noção de “sustentabilidade” até pouco tempo era quase que universalmente
491 considerada como algo positivo (Jamieson e Luce, 1999), bom, as tensões associadas à sua
492 compreensão trouxeram dúvidas e questionamentos ao termo “sustentabilidade”. O conceito nos
493 remete à manutenção da existência, à preservação, ao passado, ao presente e ao futuro (Redclift,
494 1987 e Daly, 1995).

495 Assim como a UNFCCC, o IPCC também tem dedicado atenção aos conceitos de Desenvolvimento
496 Sustentável e Equidade, desde seu primeiro relatório. Nos documentos preparatórios do Grupo III
497 para o IPCC/Annual Report 5, fica destacado o tratamento necessariamente imbricado entre os dois
498 conceitos, principalmente no que diz respeito às análises de médio e longo prazos, inerentes ao
499 assunto das mudanças climáticas (IPCC, 2012).

² Mais precisamente, as resoluções do Protocolo de Quioto, de 1997.

500 Até o IPCC/AR4 (2007) foram utilizados os seis cenários SRES (*Special Report Emission*
 501 *Scenarios*) desenvolvidos pelos grupos I e II do IPCC. Esses cenários de emissão de GEE revelam
 502 resultados de longo prazo para concentração, forçamento radiativo, aumento da temperatura e
 503 elevação do nível do mar. Por sua vez, as emissões de GEE dos SRES baseiam-se em três
 504 indicadores: população, PIB e tecnologias. No estágio atual, os grupos I e II do IPCC estão
 505 discutindo novos modelos de cenários com base em políticas de mitigação, chamados RCPs
 506 (*Representative Concentration Pathways*). Entretanto, os SRES continuam a ser utilizados
 507 amplamente pelo IPCC uma vez que alguns dos seis SRES são perfeitamente semelhantes ao
 508 comportamento das curvas dos novos modelos de cenários (Figura 2.2.1).

509



510

511 Figura 2.2.1 - Concentração histórica e projetada de CO2 (ppb). Comparação entre os novos cenários
 512 propostos ao IPCC: RCPs - Representative Concentration Pathways e alguns dos cenários utilizados
 513 pelo IPCC em relatórios anteriores. Fonte: Prather, M. (2011).
 514

515 Assim sendo nos dois tipos de cenários (SRES e RCP), a análise das projeções de três indicadores
 516 (PIB, população e tecnologia) continua a ser o motor para avaliação do desenvolvimento das
 517 emissões de GEE ao longo do tempo. Convém, portanto, discuti-los à luz de um novo olhar, da
 518 sustentabilidade global evocada pela questão climática. Surgiram propostas para as Contas
 519 Nacionais considerando a variável ambiental e alguns institutos de pesquisa e estatística propõem,
 520 desde a década de 1990, a contabilização das perdas de capital natural nas Contas Nacionais,
 521 considerando-as não mais como externalidades, mas, sim, como ativos econômicos. No tema das
 522 mudanças climáticas, isso fica bem exemplificado pelo caso dos mecanismos flexíveis de mercado
 523 internacional de créditos de carbono inaugurados com o Protocolo de Quioto, em nível mundial. O
 524 primeiro passo para a contabilização ambiental em contas econômicas é a elaboração de inventários
 525 em unidades físicas para posterior valoração econômica da degradação dos recursos ambientais.

526 O Sistema de Contas Nacionais (SCN), gerenciado pela ONU para comparar medidas de agregados
 527 da atividade econômica de todos os países, é centrado no conceito de fronteira de produção, não
 528 contabilizando as perdas de “capital natural” como atividade produtiva. Existem algumas iniciativas
 529 de introdução da exaustão ou degradação dos recursos naturais em contas nacionais. A importância
 530 da contabilização ambiental nas contas nacionais é reconhecida internacionalmente por diversos
 531 motivos de ordem econômica, histórica e metodológica, destacando-se a iniciativa do Escritório de
 532 Estatísticas das Nações Unidas/ UNSO que propôs um Sistema Integrado de Contas Econômicas e
 533 Ambientais/SICEA e a Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais/NAMEA iniciado

534 pelo Instituto de Estatísticas Holandês, cujo primeiro trabalho piloto data de 1993, e adotado pelo
535 Escritório Estatístico da União Europeia/Eurostat (Silva, 2003; Yong, 2003).

536 No Brasil, diversas publicações recentes abordam o tema do desenvolvimento sustentável e da
537 equidade social, econômica e ambiental, como “*Mudança do Clima no Brasil*” (Seroa da Motta et
538 al., 2011), “*Economia da Mudança do Clima no Brasil*” (Margulis, 2010) e “*Mudanças Climáticas,
539 Pobreza e Desigualdades*” (COEP, 2011). Na primeira publicação [Mudança do Clima no Brasil”
540 (Seroa da Motta et al., 2011)], cabe destacar o capítulo “Rompendo com o trade-off entre combate à
541 pobreza e mitigação do efeito estufa: o caso do consumo domiciliar de energéticos no Brasil” de
542 Thiago F. Morello, Vitor Schmid e Ricardo Abramovay. No capítulo, é apresentada uma discussão
543 crítica sobre qualidade de vida e aumento de emissões de GEE. Os autores mostram que, em alguns
544 casos, a melhoria do padrão de consumo pode reduzir emissões, exemplificada pelo caso do uso de
545 lenha domiciliar por populações mais pobres. A troca da lenha usada como combustível pode
546 acarretar menor emissão de GEE pela redução de desmatamento de áreas virgens e pode resultar em
547 melhoria da saúde e da qualidade ambiental local. No mesmo livro, o capítulo “O discurso da
548 justiça climática no contexto brasileiro: possibilidades e perspectivas” de Bruno Milanez e Igor
549 Ferraz da Fonseca, aborda a questão da justiça climática sob a perspectiva da desigualdade e
550 vulnerabilidade social para adaptação aos impactos da mudança do clima. Populações atingidas por
551 eventos recentes relativos às mudanças globais do clima são objeto de discussão no texto.

552 A segunda publicação “*Economia da Mudança do Clima no Brasil*” (Margulis, 2010), inspirada
553 pelo Relatório Stern do Reino Unido, teve por objetivo apresentar oportunidades de mitigação no
554 Brasil e calcular os respectivos custos. Objetivou também comparar custos de prevenção às
555 mudanças climáticas com custos posteriores resultantes de inação no presente.

556 A terceira publicação “*Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades*” (COEP, 2011), teve como
557 focos a vulnerabilidade das populações mais pobres frente às mudanças climáticas, o acirramento de
558 desigualdades, a mobilização junto a instituições de ensino, empresas, comunidades, redes de
559 mobilização e a construção de capacidades para lidar com os efeitos da mudança do clima.

560 **2.2.2. Aspectos determinantes, aspectos direcionadores e barreiras**

561 **2.2.2.1. Conceitos e linhas teóricas envolvendo Equidade**

562 A origem da palavra equidade remete à Aristóteles (Séc. V a.C.) e recebeu ao longo dos anos
563 diferentes significados. Alguns autores utilizaram este conceito nos acordos internacionais relativos
564 às mudanças climáticas, mais precisamente no sentido de uma “Equidade entre gerações presentes e
565 futuras”, conforme citado no Protocolo de Quioto. No âmbito deste capítulo, a equidade deve ser
566 entendida em três aspectos: equidade espacial, temporal e social. A equidade temporal (inter-
567 geracional) envolve a escolha de uma taxa de desconto apropriada para calcular os impactos das
568 mudanças climáticas nas gerações futuras, havendo limitações da economia para lidar com estas
569 questões.

570 A incorporação dos valores ambientais presentes já tem se mostrado bastante complexa em termos
571 econômicos tornando-se mais difícil quando se referem à quantificação econômica dos impactos
572 sociais futuros. Quanto ao tema da equidade no presente, alguns autores (Munasinghe e Swart,
573 1999) priorizam a relação entre as mudanças climáticas e a maior vulnerabilidade da população
574 pobre do planeta a essas mudanças. A pobreza deveria ser analisada não somente em termos de
575 necessidades básicas ou nível de renda, mas também em termos da capacidade dessas populações
576 participarem dos discursos sociais que envolvem suas vidas.

577 O desenvolvimento, para Sen (2000), deve ser visto como um processo de expansão das liberdades
578 substantivas das pessoas. Como uma meta principal a ser atingida, o autor preconiza a capacidade

579 humana para levar uma vida mais livre e mais digna de ser vivida. Como o conceito de liberdade é
 580 por demais complexo, onde poderia se enquadrar a liberdade individualista, cabe assinalar que entre
 581 três argumentos éticos bastante usados para defender tomadas de decisão, o de "igualdade de
 582 renda", o de "utilitarismo clássico concentrado na medida do prazer e da felicidade" e o de
 583 "qualidade de vida", Sen defende o terceiro. Isto porque privilegiar decisões com base numa análise
 584 de qualidade de vida leva benefícios de maior liberdade a um maior número de pessoas.

585 Amartya Sen, ao discorrer sobre os fundamentos éticos da economia do bem-estar, critica a hipótese
 586 de que o comportamento humano pode ser previsto com base na maximização do auto-interesse.
 587 Segundo ele:

588 *"... circunstâncias nas quais agir inteiramente segundo o auto - interesse poderiam ser*
 589 *eticamente justificadas na totalidade. ...contanto que as condições apropriadas possam ser*
 590 *pressupostas"* (Sen, 1999, p.12).

591 A Equidade não é um conceito concluído, pela própria definição da palavra. É um conceito a ser
 592 construído em cada contexto. O debate sobre equidade no âmbito das Mudanças Climáticas
 593 apresenta debates calorosos de modo que o conceito tem se apresentado completamente vulnerável,
 594 em função da ausência clara entre responsabilidade pelo dano (equidade=a emissões de GEE) e
 595 responsabilidade por sanar os efeitos (equidade=capacidade de enfrentar impactos). Equidade é
 596 assim definida por alguns pensadores (Perelman, 1999): uma muleta da Justiça, uma adaptação da
 597 justiça quando ela se manifesta "injusta" em certos casos. Apela-se para a equidade quando não se
 598 tem instrumentos do Direito formal bem definidos para um respectivo caso. Conforme Kant (1984),
 599 a equidade não se presta à reivindicação jurídica e sim ao tribunal da consciência.

600 Segundo Abbagnano (1960), "O apelo à justiça enquanto voltado à correção da lei em que se
 601 exprime a justiça. Esse é o conceito clássico de equidade tal qual foi esclarecido por Aristóteles e
 602 reconhecido pelos juristas romanos. Diz Aristóteles: "A própria natureza da equidade é a retificação
 603 da lei onde esta se revela insuficiente pelo seu caráter universal" ". A lei tem necessariamente
 604 caráter geral; por isso, revela-se, às vezes, de aplicação imperfeita ou difícil em casos particulares.
 605 Nesses casos, a equidade intervém para julgar, não na base da lei, mas na base daquela justiça que a
 606 mesma lei deve realizar. Portanto, nota Aristóteles, o justo e o equitativo são a mesma coisa; o
 607 equitativo é superior, não ao justo em si, mas ao justo formulado em uma lei que, em virtude da sua
 608 universalidade, está sujeita ao erro. Fundamentando-se em um conceito análogo, Kant, conforme
 609 dito acima, considerava, todavia, que a equidade não se prestasse a uma autêntica reivindicação
 610 jurídica e que, portanto, coubesse não aos tribunais, mas ao tribunal da consciência.

611 Um autor recente que vem desenvolvendo discussões sobre teoria da argumentação em Direito é
 612 Perelman (1999) para quem "a noção de equidade é assemelhada à noção de justiça". Definiu-se a
 613 justiça formal como o princípio de ação segundo o qual os seres de uma mesma categoria essencial
 614 devem ser tratados da mesma forma. Isso supõe uma classificação ou uma ordenação dos seres de
 615 acordo com a característica essencial que lhe serve de base. Como exemplo, utiliza o universo do
 616 discurso formado por todos os chefes de família de uma cidade- os que têm e os que não têm
 617 profissão- formando duas categorias essenciais. Entretanto, o autor mostra que, infelizmente, a
 618 realidade é muito mais complicada e o nosso sentimento de justiça leva em conta, simultaneamente,
 619 várias categorias essenciais, nem sempre concordantes.

620 Segundo Perelman (1999):

621 *"(...) quando aparecem as antinomias da justiça e quando a aplicação da justiça nos força a*
 622 *transgredir a justiça formal, recorreremos à equidade. Esta, é o complemento indispensável da*
 623 *justiça formal, todas as vezes que a aplicação desta se mostra impossível. Consiste ela numa*
 624 *tendência a não tratar de forma por demais desigual os seres que fazem parte de uma mesma*
 625 *categoria essencial."* (Perelman, 1999 pp.36-37)

626 Contrariamente à justiça formal, cujas exigências são bem precisas, a equidade consistiria apenas
 627 numa tendência oposta a todo formalismo, do qual ela deve ser complementar. Ela intervém quando
 628 dois formalismos entram em choque: para desempenhar seu papel de equidade, ela própria só pode
 629 ser, pois, não-formal. A vida social apresentaria uma contínua oscilação entre a justiça e a equidade.
 630 Recorre-se a esta todas as vezes que, na elaboração de uma lei ou de uma regulamentação, não se
 631 teve a menor consideração por certas características essenciais, às quais importantes camadas da
 632 população – a chamada opinião pública – atribuem importância.

633 Vê-se imediatamente que o apelo à equidade, condicionado pela introdução de novas categorias
 634 essenciais, será mais frequente nas épocas de transição, em que certa escala de valores está sendo
 635 substituída por outra. Seria mais comum o apelo à equidade nas épocas de conturbação econômica e
 636 monetária, em que as condições que existiram no momento da fixação das regras se modificaram a
 637 tal ponto que se percebe uma diferença grande demais entre as regras anteriormente adotadas e
 638 aquelas que se teriam admitido atualmente. Nessa eventualidade, o conflito não é entre fórmulas
 639 diferentes de justiça, mas entre as regras que delas se deduzem hoje e as que se deduziriam
 640 anteriormente, em vista de um estado de coisas profundamente modificado. Em relação as
 641 mudanças climáticas, na justiça internacional formal existente não havia nenhuma regra capaz de
 642 dar conta da questão global da mudança do clima. O resultado foi um acordo assinado pela
 643 UNFCCC em 1992 com base na equidade: “responsabilidades comuns mas diferenciadas” por falta
 644 de conceito mais apropriado para o tema cuja complexidade tem merecido novos aportes
 645 conceituais.

646 Para concluir, apela-se à equidade todas as vezes que a aplicação simultânea de mais de uma
 647 fórmula da justiça concreta ou a aplicação da mesma fórmula em circunstâncias diferentes conduz à
 648 não-conformidade com exigências da justiça formal. Para que esta não fique manca, para poder
 649 dispensar a equidade, é fundamental desejar aplicar uma única fórmula da justiça concreta, sem que
 650 se deva levar em conta mudanças que as modificações imprevistas da situação são capazes de
 651 determinar. Isto só é possível se nossa concepção da justiça for muito estreita ou se a fórmula da
 652 justiça utilizada for suficientemente complexa para levar em conta todas as características
 653 consideradas essenciais.

654 Alguns comentários podem ser feitos sobre a relação entre Ética e Justiça no trabalho de Perelman.
 655 De que forma a discussão contempla o conceito de igualdade? Conforme Estrada-Oyuela (2000)
 656 usa-se o conceito de Equidade como forma de evitar o conceito de Igualdade. Segundo o autor, os
 657 princípios de Igualdade formulados em 1972 na Declaração do Meio Ambiente Humano, em
 658 Estocolmo (o princípio 1 referia-se à igualdade entre os seres humanos), foram substituídos, 20 anos
 659 após, pelo conceito de Equidade, na Reunião Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento,
 660 Rio 92 (o princípio 3 da Rio 92 refere-se à equidade entre gerações presentes e futuras), e também
 661 na mesma ocasião, na Convenção Mundial do Clima. Segundo Oyuela, a Equidade tem diferentes
 662 significados em diferentes contextos, enquanto que a Igualdade teria somente um significado.

663 O motivo, ainda segundo Estrada-Oyuela, que levou, por exemplo, o grupo III do IPCC/AR3 a
 664 utilizar este princípio de Equidade em lugar do princípio de Igualdade seria a dificuldade de lidar
 665 com os muitos interesses específicos envolvendo o problema. Tais interesses já são fortes o
 666 suficiente para serem acomodados sob a ótica da Equidade, e não teriam nenhum progresso sob a
 667 ótica da Igualdade.

668 2.2.2.2. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

669 Diversos indicadores de desenvolvimento sustentável foram elaborados por instituições públicas e
 670 privadas desde a reunião da Comissão Brundtland na década de 1980. No ano de 2000, as Nações
 671 Unidas lançaram as Metas do Milênio (UN, 2000) de modo a estabelecer oito grandes blocos de
 672 procedimentos a serem perseguidos pela sociedade com um todo com indicadores quantitativos e

673 datas específicas para o seu cumprimento. Esta foi uma tentativa de dar uma praticidade maior à
674 subjetividade que envolvia os indicadores de desenvolvimento sustentável anteriores.

675 Um novo indicador foi colocado no contexto do encontro internacional Rio + 20 chamado “Metas
676 de Consumo do Milênio” o qual apresenta uma importante perspectiva de foco nos setores de
677 consumo e não somente nos setores produtivos da sociedade.

678 As Metas de Consumo do Milênio (*Millennium Consumption Goals* - MCG, em inglês) originaram-se
679 de proposta feita pelo Prof. Mohan Munasinghe, na sede da Organização das Nações Unidas
680 (ONU), em Nova Iorque, durante discussões preparatórias para a Conferência da ONU sobre
681 Desenvolvimento Sustentável (ou Rio+20).

682 O consumo pode ser considerado como principal força-motriz das economias modernas. As MCG
683 tendem a auxiliar no estabelecimento de um futuro mais aderente aos princípios e conceitos
684 inerentes ao tão prolapado termo “Desenvolvimento Sustentável”. Isto pode vir a ocorrer através de
685 uma visualização mais explícita a respeito dos padrões insustentáveis de consumo, produção e
686 exploração dos recursos naturais do planeta. Estes padrões, que conduziram a crises múltiplas que
687 ameaçam a sobrevivência futura de humanidade, precisam ser reavaliados. Afinal, problemas como
688 pobreza, dificuldade no acesso à água potável, fome, escassez de energia (ou insegurança
689 energética), epidemias e conflitos podem vir a ser intensificados no contexto de provável avanço
690 das mudanças climáticas globais - ou de seu mais proeminente fenômeno, o aquecimento global.

691 Ou seja, a manutenção do cenário *business as usual* no que tange, em especial, ao elevado padrão
692 de consumo de combustíveis fósseis associável ao agravamento das mudanças climáticas (4º
693 Relatório de Avaliação do IPCC, 2007), pode intensificar uma série de problemas que colocam em
694 risco a vida de milhões de seres humanos - num primeiro momento, provavelmente, de pessoas
695 integrantes de grupos sociais menos favorecidos sob a perspectiva socioeconômica.

696 As MCG buscam explicitar o quão insustentáveis são os estilos de vida das 1,4 bilhão de pessoas
697 (que compõe cerca de 20% da população mundial) mais ricas do mundo. Essas pessoas consomem
698 mais de 80% de produção global (incluindo todos os possíveis itens de consumo gerados pelas
699 diversas atividades econômicas que caracterizam a economia global), ou 60 vezes mais do que as
700 1,4 bilhão de pessoas mais pobres do mundo. Nesse contexto, cabe frisar que as MCG não surgem
701 no sentido de taxar as parcelas mais ricas das sociedades como principais “culpadas” pelo
702 agravamento dos problemas anteriormente mencionados. O que se pretende é que os ricos passem a
703 consumir de modo sustentável, com a observância, por exemplo, dos frágeis ciclos naturais de
704 reprodução da natureza.

705 As MCG complementam as Metas de Desenvolvimento de Milênio (*Millennium Development Goals*
706 – UN, 2000) e foram planejadas para auxiliar no necessário processo de atendimento das
707 necessidades básicas de milhões de pessoas à margem das benesses do atual estilo hegemônico de
708 desenvolvimento econômico. Ou seja, a concepção das MDG relaciona-se com a intenção de
709 mitigar problemas do “mundo pobre”.

710 As MCG não são objetivos compulsórios, mas sim um conjunto de pontos de referência a ser
711 alcançado através de uma combinação de ações voluntárias perpetradas por produtores e
712 consumidores sustentáveis, apoiadas por programas ou ações governamentais. A Iniciativa das
713 Metas de Consumo do Milênio (*Millennium Consumption Goals Initiative* - MCGI, em inglês) foi
714 lançada para alavancar, sistematicamente, a ideia das MCG. A MCGI foi e é alicerçada numa ampla
715 coalizção de *stakeholders* chamada de MCG Network (MCGN). No plano da definição das MCG,
716 cabe mencionar que as metas estão sendo escolhidas (pela MCGN) de modo difuso, ou seja, não há,
717 até o momento, metas ideais ou já definidas. A despeito disto, o foco tende a recair sobre as
718 emissões de carbono e os padrões de consumo de água e de energia.

719 **2.2.2.3. Equidade e divisão de responsabilidades no que diz respeito às** 720 **Mudanças climáticas**

721 Diversas considerações sobre equidade podem ser ressaltadas no debate do Clima Mundial. A
722 equidade emerge como um princípio segundo o qual deve ser protegido o sistema climático em
723 benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade
724 com suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas e respectivas capacidades. Por sua vez,
725 “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” é o princípio pelo qual os mais desenvolvidos,
726 considerado suas responsabilidades históricas e respectivos passivos ambientais, devem
727 implementar iniciativas para a conservação, proteção e restauração da saúde e da integridade dos
728 ecossistemas para o combate à mudança do clima e seus efeitos negativos, considerando as
729 necessidades específicas e circunstâncias especiais dos menos desenvolvidos;

730 Segundo Rose (1992), os critérios de equidade associados a bases de referência sobre as quais as
731 negociações ocorrem são³:

- 732 • Equidade horizontal: alocar os direitos de emissão de forma a igualar as mudanças líquidas
733 de bem estar, resultando numa razão constante entre o custo líquido de redução das emissões
734 e o PIB de cada país.
- 735 • Equidade vertical: distribuição progressiva dos direitos de emissão, de maneira inversamente
736 correlacionada com o PIB per capita.
- 737 • Soberania: alocação de direitos de emissão proporcionalmente às emissões.
- 738 • Justiça de mercado: leiloar direitos de emissão de acordo com quem pagar mais.
- 739 • Consenso: distribuir direitos de emissão de forma que nenhum país sofra uma perda líquida
740 de bem-estar.
- 741 • Maximin de Rawls: distribuir uma proporção maior de direitos de emissão aos países mais
742 pobres.
- 743 • Igualitária: alocar direitos de emissão proporcionais à população.

744 Nos critérios de equidade apontados por Rose, percebe-se uma diferenciação de equidades sempre
745 baseada em princípios econômicos. É uma análise de um leque de opções já existentes
746 anteriormente. Para cada uma destas opções existem cálculos associados que quantificam as
747 responsabilidades de cada nação. Estes cálculos são fundamentais para os acordos para a redução de
748 emissões de gases de efeito estufa, mas têm o problema de não revelar os pressupostos não
749 mensuráveis embutidos em cada uma das opções.

750 No debate sobre Mudanças Climáticas podemos identificar o uso da Equidade definida pelos
751 diversos autores supracitados, como própria de períodos transitórios, onde a Justiça formal não
752 oferece instrumentos fortes e definitivos para apontar soluções. A Teoria da Argumentação de
753 Perelman também pode ser útil para a compreensão das formulações dos Acordos Internacionais
754 envolvendo o debate do Clima Mundial. É muito presente a força da retórica dos blocos dos países
755 procurando definir as regras a serem seguidas, assim como na definição dos conceitos, do que se
756 entende por equidade. O maior exemplo disto são os dois grandes blocos de Países definidos como
757 as Partes da Convenção do Clima: as Partes Países Anexo I, envolvendo os países desenvolvidos e
758 os chamados Países com economia em transição, e as Partes Países não Anexo I, envolvendo os
759 Países em desenvolvimento.

³ Gutierrez, 1998.

760 A quantificação das responsabilidades dos diferentes países é o ponto mais importante a ser
761 explorado neste estudo. Como gerenciar as emissões de todos os países do mundo de modo
762 equitativo? Através de uma análise da renda per capita e das emissões per capita? Ou através de
763 uma análise das demandas do desenvolvimento que envolvem crescimento populacional e
764 crescimento econômico?

765 É o poder econômico e cultural dos Países Anexo I, e o maior número de representantes destes
766 países nos grupos temáticos, que vêm determinando o rumo das negociações. Cabe observar que a
767 Proposta Brasileira para a Convenção do Clima, de 30 de maio de 1997 (UNFCCC, 1997), foi
768 bastante impactante em dois aspectos: a contabilização das emissões passadas dos diversos países,
769 incorporando uma componente histórica dos modelos de crescimento dos mesmos e, em segundo
770 lugar, uma "penalização", por meio de um Fundo financeiro, aos países que não cumprissem suas
771 metas de redução de emissões de gases. Todos os participantes da Convenção do Clima
772 consideraram a proposta brasileira inovadora, mas "fora de hora" ou "atrasada" nas negociações
773 (Goldemberg et al., 2004). Alguns países ainda hoje utilizam as emissões passadas de gases de
774 efeito estufa como argumento para apontar responsabilidade pelas mudanças climáticas presentes.

775 A proposta brasileira levava em consideração a responsabilidade histórica das emissões de gases de
776 efeito estufa realizadas pelos países desde o início da Revolução Industrial. A proposta teve como
777 premissa o fato de que as mudanças climáticas não são determinadas pelo quadro atual das
778 emissões, mas pelo efeito acumulado da concentração na alta atmosfera dos gases emitidos ao longo
779 de 150 anos. As emissões atuais, inclusive de países em desenvolvimento, somente produzirão
780 efeitos sensíveis em termos de alterações climáticas dentro de 150 anos⁴. A proposta brasileira
781 incorporava aspectos científicos e metodológicos complexos os quais foram estudados pelo SBSTA
782 da UNFCCC e depois por um grupo chamado MATCH durante 5 anos, até 2007, com recursos dos
783 governos alemão e inglês, coordenado pela ECOFYS. Mesmo dentro do Anexo I, existem blocos de
784 Países disputando peso nos acordos do Clima, à semelhança do que podemos observar, por
785 exemplo, em outros acordos internacionais como os de comércio externo. Dentro dos Países Anexo
786 I, podemos perceber dois blocos principais de poder, um da Comunidade Européia e outro liderado
787 pelos Estados Unidos. E nos Países não Anexo I, existe um grupo identificado como grande emissor
788 de gases de efeito estufa, formado pela China, Brasil e Índia, que vêm sendo alvo de pressões dos
789 EUA para que se comprometam com redução nestas emissões.

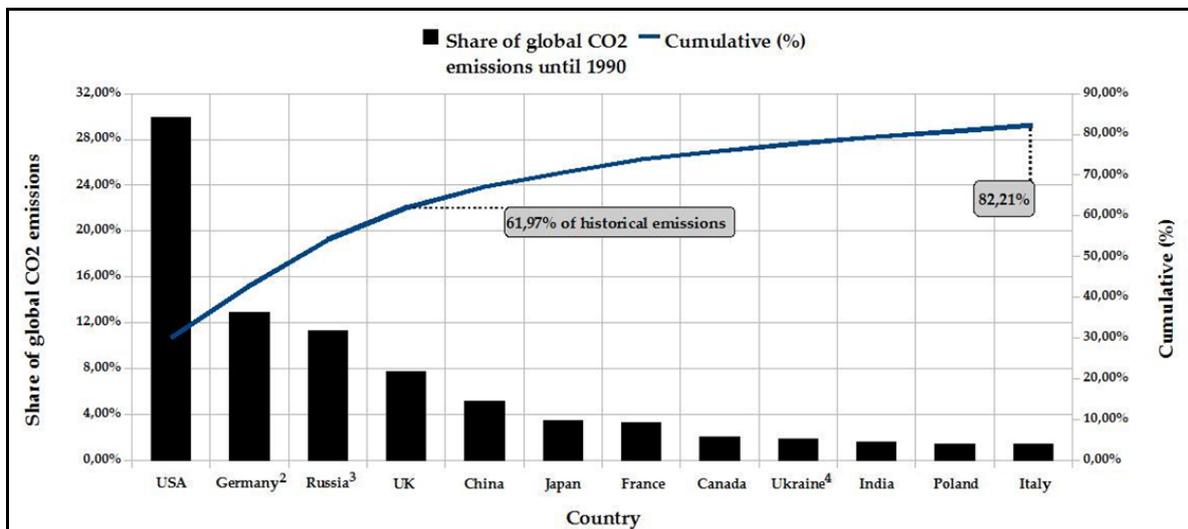
790 Uma outra forma de equidade é a que se refere à adaptação à mudança do clima. Para alguns países,
791 como os Países Baixos e as ilhas oceânicas, as consequências de mudanças climáticas que dizem
792 respeito à elevação dos mares, são de enfrentamento mais difícil do que para outros países. Por
793 exemplo, existe um problema de equidade quanto aos países que contribuem muito pouco com
794 emissões de gases de efeito estufa, mas os quais são mais vulneráveis à mudança do clima, como as
795 ilhas oceânicas.

796 A responsabilidade histórica também é uma forma importante de análise da equidade inter-
797 geracional no tema da mudança do clima. O combate às mudanças climáticas se justifica com base
798 no argumento da justiça diacrônica. O fato de que nossos netos e bisnetos não podem defender os
799 seus interesses perante a sociedade de hoje nos imbuí da responsabilidade moral de lhes entregar
800 um mundo com pelo menos tanto bem-estar quanto temos hoje. Seria injusto subtrairmos bem-estar
801 de um grupo de pessoas que não pode se defender, independentemente de essas pessoas, no futuro,
802 virem a assumir uma postura completamente diferente da que temos hoje em relação a este tema ou
803 a qualquer outro. O princípio da justiça diacrônica indica que temos a obrigação moral de preservar
804 os interesses dos que virão.

⁴ <http://kitplone.itamaraty.gov.br/sala-de-imprensa/notas-a-imprensa/1997/10/23/a-mudanca-do-clima-e-a-proposta-brasileira-para>

805 O mesmo princípio moral que se aplica ao futuro deve ser estendido ao passado. As gerações que
 806 nos antecedem foram responsáveis pelo problema que estamos enfrentando hoje, na medida em que
 807 emitiram a maior parte dos gases-estufa que estão na atmosfera. No passado, ignorava-se o fato de
 808 que a emissão de gases-estufa causaria danos ambientais, mas ainda assim a geração presente deve
 809 internalizar esses danos, pois, pelo que se discutiu acima, não é moralmente aceitável empurrá-los
 810 para o futuro. Se for assim, há que se definir quem, na geração atual, pagará mais e quem pagará
 811 menos pelos danos impetrados por nossos antepassados. Considerando-se que os cidadãos de
 812 determinados países emitiram a maior parte dos gases-estufa (ver Figura 2.2.2), segue-se que seus
 813 descendentes devem ser responsabilizados por parte correspondente do ônus. Caso contrário, se
 814 estará cometendo uma injustiça diacrônica com relação ao passado em nome da mitigação de uma
 815 injustiça diacrônica com relação ao futuro. As Figuras 2.2.3 e 2.2.4 evidenciam estas diferenças
 816 entre países com relação às emissões acumuladas de CO₂, bem como suas responsabilidades
 817 históricas, mesmo considerando-se a contabilização das emissões acumuladas provenientes de
 818 mudanças do uso do solo e florestas. Neste ponto, por já terem alterado o modo de ocupação da
 819 maior parcela de seus territórios (senão quase a totalidade), via principalmente desmatamento, os
 820 países desenvolvidos apresentam evolução recente inversa destas emissões quando comparados
 821 àquelas de países em desenvolvimento (vide Figura 2.2.4).

822



823

824

825

Figura 2.2.2 - Estimativas de emissões de CO₂ até 1990 dos doze maiores emissores históricos. Fonte: Veiga & Vale (2009).

826

827

828

829

830

831

832

833

Notas: 1. 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). 2. Inclui as antigas República Democrática Alemã e República Federativa da Alemanha. 3. Inclui 85,74% das emissões da União Soviética (igual à participação dos antigos estados soviéticos exceto a Ucrânia nas emissões de 2004 da CIS – Commonwealth of Independent States). 4. Inclui 14,26% das emissões da União Soviética (participação da Ucrânia nas emissões de 2004 da CIS – Commonwealth of Independent States). 5. Dados do *CarbonInformationAnalysis Center* (CDIAC).

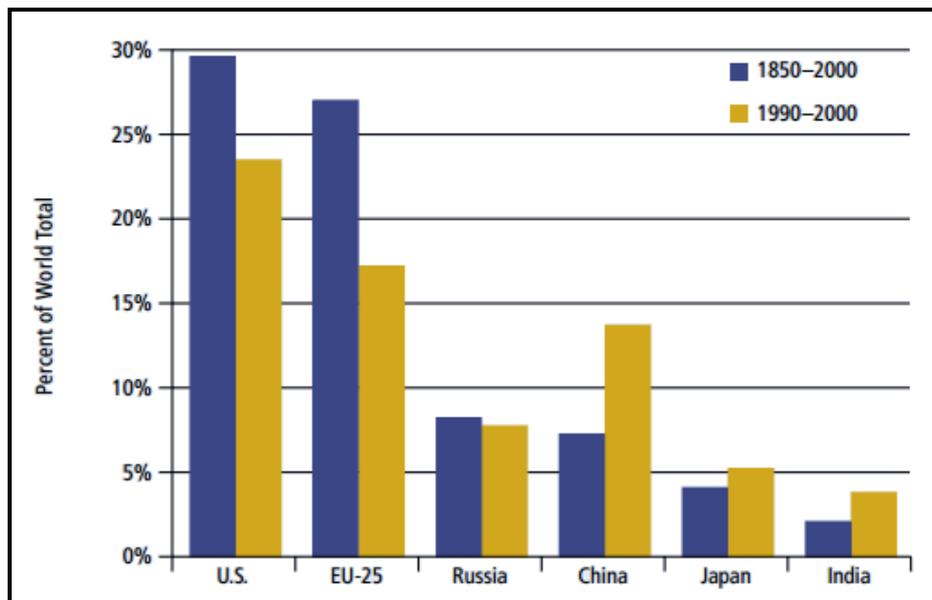


Figura 2.2.3 - Emissões acumuladas de CO₂, Comparação entre os períodos de 1850-2000 e 1990-2000. Fonte: Baumert et al. (2005)

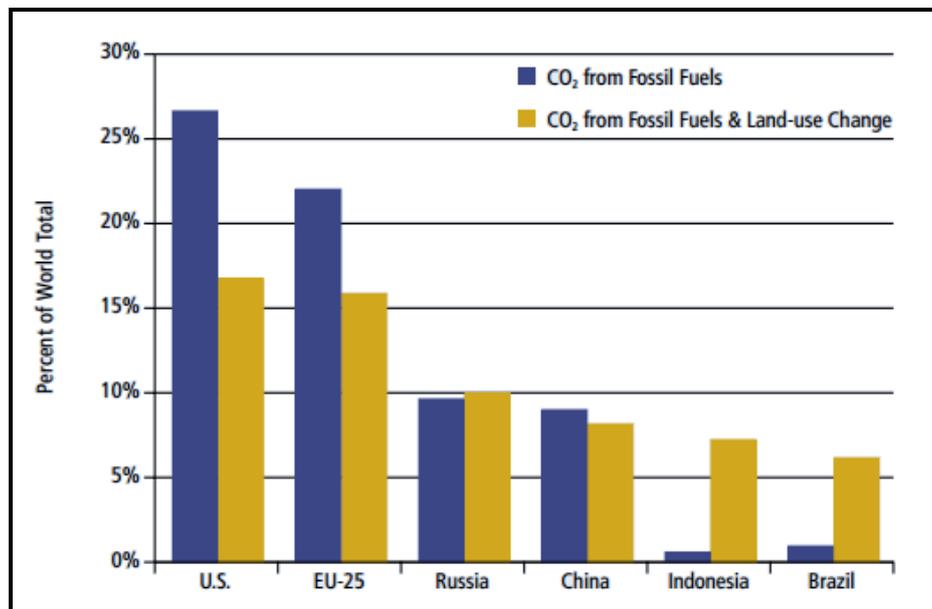


Figura 2.2.4 - Emissões acumuladas de CO₂, com e sem mudanças do uso do solo e florestas (1950-2000). Fonte: Baumert et al. (2005)

834
835
836
837

838

839
840
841

842 A alternativa é responsabilizar igualmente os descendentes daqueles que poluíram, ainda que sem
843 saber, e os descendentes daqueles que não poluíram, também sem saber. Esta opção é menos
844 equitativa na medida em que os descendentes dos que poluíram colhem hoje a maior parte dos
845 resultados positivos daquela poluição, ao passo que os descendentes dos que não poluíram são
846 triplamente prejudicados: não têm acesso à maior parte das riquezas geradas em decorrência da
847 poluição, estão obrigados a encontrar uma nova maneira de gerarem a sua própria riqueza, pois já
848 não poderão fazê-lo por meio da poluição, e estão situados nas regiões que serão mais afetadas
849 pelas mudanças climáticas. Daí o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.
850 Como se pode operacionalizar a diferenciação das responsabilidades com vistas a minimizar as
851 injustiças sincrônicas?

852 Além da consideração explícita da responsabilidade histórica, que, como mostram as Figuras 2.2.2,
 853 2.2.3 e 2.2.4, se restringe a uma dúzia de países, podem-se considerar uma série de outros critérios,
 854 entre os quais estão a capacidade de ação no presente e a contribuição de cada país para as metas
 855 comuns de redução futura das emissões.

856 2.2.3. Desafios das políticas de Mitigação

857 Como reduzir drasticamente a dependência em que se encontra o sistema econômico global com
 858 relação às emissões de gases de efeito estufa (Holdren, 2003) e, ao mesmo tempo, permitir o acesso
 859 de bilhões de pessoas aos bens e serviços necessários para a realização do processo de
 860 desenvolvimento (Pachauri, 2010). Esta pergunta sintetiza “o mais importante desafio coletivo já
 861 enfrentado pela espécie humana”⁵ e pode ser desdobrada em três outras, que representam as três
 862 principais dimensões do esforço de mitigar as mudanças climáticas.

863 O pano de fundo em torno das cinco questões básicas que oferecem o quadro conceitual e
 864 metodológico para o estudo da mitigação é que comparado a qualquer outro desafio já colocado ao
 865 longo da história social, as mudanças climáticas são mais incertas, mais globais e de mais longo
 866 prazo (Wagner e Zeckhauser, 2011). No mesmo sentido, Kevin et al (2009) mostram que são
 867 questões complexas (pois envolvem a interação entre sistemas sociais e naturais) As políticas
 868 voltadas a elas podem produzir consequências não antecipadas e até perversas e seus resultados são
 869 cumulativos, o que aumenta a incerteza em sua abordagem.

870 A primeira questão (e é nela que se concentra este capítulo) consiste em avaliar a magnitude do
 871 desafio que as políticas de mitigação têm pela frente. Esta avaliação se apoia sobre duas noções
 872 fundamentais ausentes na elaboração do Protocolo de Kyoto: espaço carbono e orçamento carbono
 873 (Pan e Chen 2010, Kanitkar et al, 2010 e WBGU, 2009, Meinshausen et al, 2009). É verdade que

874 *“defining what is dangerous anthropogenic interference with the climate system and, consequently,*
 875 *the limits to be set for policy purposes are complex tasks that can only be partially based on science,*
 876 *as such definitions inherently involve normative judgements”*⁶ (IPCC, 2007a, p.97).

877 Mas uma vez que a ciência mostra a imensa probabilidade de eventos catastróficos, capazes de
 878 comprometer o processo de desenvolvimento, caso a temperatura vá além de certo patamar⁷, é
 879 importante saber qual é este patamar e quais as chances de não ultrapassá-lo.

880 Subjacente à magnitude da mitigação está o duplo caráter das emissões de gases de efeito estufa,
 881 especialmente do dióxido de carbono: por um lado, são causa do aquecimento global e, portanto, é
 882 fundamental que sejam drasticamente reduzidos. Por outro, entretanto, para a esmagadora dos
 883 países em desenvolvimento, são inerentes ao aumento na oferta de bens e serviços necessários ao
 884 processo de desenvolvimento (Kanitkar et al, 2010:7, IPCC, 2007b⁸), o que leva, em algum grau, à

⁵ Expressão usada pelas mais importantes autoridades e organizações mundiais quando se referem ao tema, como por exemplo, o Secretário-Geral das Nações Unidas ou o secretário geral da OECD.

⁶ Tradução livre: Definir o que é interferência antrópica perigosa no sistema climático e, conseqüentemente, os limites a serem estabelecidos pelas propostas de políticas são tarefas complexas, apenas parcialmente baseadas na ciência, uma vez julgamentos normativos são inerentes a estas definições.”

⁷ Dados recentes sobre a redução da espessura da camada de gelo no Oceano Ártico são apresentados por Stroeve et al (2011). Já o estudo dos efeitos da elevação da temperatura em 26 diferentes regiões (May, 2011) mostra que o Sahara, o Norte e o Sul da Austrália e a Amazônia são, potencialmente, as regiões mais atingidas (ver May (2011) nas referências) Diffenbaugh e Scherer (2011) projetam alterações nos regimes climáticos no Século XXI e concluem que não só nas áreas de alta latitude, mas, sobretudo, nas regiões tropicais é que estão as maiores chances de emergência de um regime climático quente nas duas próximas décadas.

⁸ “Projected anthropogenic climate change appears likely to adversely affect sustainable development, with adverse effects tending to increase with higher levels of climate change and GHG concentrations (IPCC, 2007b, p. 32, SPM and Chapter 19). Conversely, costly mitigation measures could have adverse effects on economic development. This dilemma facing policymakers results in (a varying degree of) tension that is manifested in the debate over the scale of the interventions and the balance to be adopted between climate policy (mitigation and adaptation) and economic development”. Disponível em http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch1s1-2.html Acessado em 4 de

885 inevitável elevação de suas emissões. A partilha da carga da mitigação entre diferentes países e
 886 entre diferentes setores sociais reflete este duplo aspecto: como reduzir as emissões de um sistema
 887 econômico ainda tão dependente dos combustíveis fósseis e, ao mesmo tempo, quem tem o direito
 888 de ocupar o espaço carbono remanescente, seja qual for sua definição? Esta questão torna-se ainda
 889 mais dramática diante do fato de que o crescimento econômico dos países em desenvolvimento
 890 responde hoje pela maior parte do aumento das emissões. Se no Brasil o essencial das emissões
 891 concentra-se no desmatamento, este não é o caso da China e da Índia, cuja oferta de energia está
 892 baseada, até aqui, em fontes fósseis.

893 É possível (e em que horizonte de tempo), substituir os combustíveis fósseis, que respondem pelo
 894 essencial das emissões, por fontes alternativas? Esta segunda questão decisiva se desdobra em duas
 895 outras. Por um lado, trata-se de identificar tecnicamente as possibilidades de substituição e, os mais
 896 importantes estudos compilados pelo IPCC (2011), mostram, neste sentido um quadro promissor.
 897 Por outro, entretanto, é necessário saber qual a probabilidade de esta substituição ser feita num
 898 ritmo compatível com os limites que a manutenção dos serviços ecossistêmicos fundamentais impõe
 899 e aí as perspectivas são bem menos animadoras do que quando se examina o tema a partir dos
 900 potenciais de cada fonte de energia alternativa aos combustíveis fósseis (Homer-Dixon, 2006;
 901 Martenson, 2011; Luderer et al, 2011).

902 A terceira pergunta traz à tona a questão da maneira como se usa a energia, independentemente de
 903 sua fonte ser ou não derivada de combustíveis fósseis. Aqui o ponto de partida está no
 904 reconhecimento da extraordinária e generalizada redução da intensidade material e energética das
 905 economias contemporâneas, naquilo que diversos autores chamam de *decoupling*, descasamento
 906 (UNEP, 2011a; UNEP 2011b; Ayres e Ayres, 2011). Mas esta eficiência, mesmo reduzindo o
 907 consumo de materiais e energia por unidade de produto, portanto, em termos relativos, é fortemente
 908 contrabalançada pelo aumento da população, da renda e, sobretudo, por um nível de desigualdade
 909 no uso dos recursos cuja manutenção é incompatível com a adequação entre o sistema econômico e
 910 os limites dos ecossistemas (Fischer-Kowalski, 2008, Herring e Sorrel, 2009). Esta questão, bem
 911 como as duas seguintes, não são examinadas neste capítulo.

912 Mitigação e adaptação são processos com objetivos diferentes, mas é importante sublinhar (Moser,
 913 2011) sua forte interdependência. Podem ser complementares (por exemplo, a restauração de
 914 mangues em áreas costeiras amplia o armazenamento de carbono – mitigação – e, ao mesmo tempo
 915 serve de proteção contra tempestades e funciona como habitat e berçário de espécies marinhas –
 916 adaptação). Mas podem existir também contradições entre as duas dimensões (o uso do ar
 917 condicionado, por exemplo, é uma forma de adaptação que prejudica o esforço de mitigação⁹).

918 **2.2.3.1. Magnitude, espaço e orçamento**

919 Entre 2009 e 2010 aparecem três documentos importantes baseados na ideia de orçamento carbono.
 920 No início de 2010, o grupo de pesquisadores liderado por Jiahua Pan, da Academia Chinesa de
 921 Ciências Sociais publica artigo numa coletânea organizada por R. K. Pachauri, que desde 2002
 922 dirige o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Pan e Chen, 2010). Em julho de 2010
 923 o primeiro ministro da Índia organiza um seminário sobre “Global Carbon Budget and Equity in
 924 Climate Change”, cujos anais circularam durante a 16^o COP em Cancun (Kanitkar et al., 2010). Um
 925 ano antes o German Advisory Council on Global Change (WBGU, 2009) havia elaborado, para a

julho de 2011. Tradução livre: “É provável que a mudança climática de origem antrópica afete negativamente o desenvolvimento sustentável, com efeitos adversos que tenderão a aumentar com os níveis maiores de mudança climática e de concentração de gases de efeito estufa (IPCC, 2007b, SPM and Chapter 19). Inversamente, medidas custosas de mitigação poderiam ter efeitos adversos sobre o desenvolvimento econômico. Este dilema enfrentado pelos responsáveis por políticas públicas resulta, de forma variada, em uma tensão que se exprime no debate sobre a escala das intervenções e o equilíbrio a ser adotado entre política climática (mitigação e adaptação) e desenvolvimento econômico”.

⁹ Cox, S., 2010

926 COP 15 de Copenhague, um relatório especial, que recebeu apoio explícito não só de Angela
 927 Merkel (primeira-ministra da Alemanha), mas também de Manmohan Singh (primeiro-ministro da
 928 Índia)¹⁰. Do ponto de vista conceitual e metodológico vale a pena ressaltar alguns pontos comuns a
 929 estes três documentos.

930 a) O orçamento carbono deve ser definido em função dos limites do espaço carbono, para o
 931 qual os autores do trabalho indiano empregam a expressão “*global atmospheric commons*”
 932 (Sanwal, 2010). Dado o caráter finito deste espaço atmosférico global comum, o preceito
 933 (ético e político) de limitar as emissões exige a definição de um período a partir do qual elas
 934 passem a ser fortemente declinantes para que se chegue a 2050 (é o ano adotado pelos três
 935 trabalhos) a um patamar que não comprometa de forma irreversível o equilíbrio climático.
 936 Segundo WBGU (2009), para que a elevação da temperatura tenha uma probabilidade de
 937 67% de se manter abaixo de 2 graus, é necessário limitar as emissões a no máximo 750
 938 bilhões de toneladas métricas anuais (750 Gt CO₂) até 2050. Caso se decida ampliar esta
 939 probabilidade para 75%, as emissões lançadas na atmosfera devem cair a 600 Gt CO₂.

940 Nos três documentos entre 2015 e 2020 que este movimento declinante deveria ter início, sob o
 941 risco de que o objetivo mais geral não possa ser alcançado. O estudo de Luderer et al (2011, p.23)
 942 baseado em diversos modelos sobre os efeitos de políticas climáticas de longo prazo chega a
 943 resultados semelhantes:

944 *“A delay in climate policy has a strong effect on the economics of mitigation. All models find that the*
 945 *450 ppm target becomes unattainable if the world follows the baseline trajectory until 2030¹¹”.*

946 No capítulo 3 da contribuição do Grupo de Trabalho 3 (GT3) ao 4º Relatório do IPCC, este
 947 horizonte de redução é caracterizado como forte (em contraposição aos intermediários e aos menos
 948 ambiciosos) e sua concretização exige uma redução de nada menos que 80% no montante das
 949 emissões globais até 2050.

950 Quanto mais tardio este momento de reversão, maior será a dificuldade de promover a
 951 descarbonização da economia mundial. Se o pico das emissões fosse atingido em 2011 o ritmo do
 952 declínio teria que ser de 3,7% ao ano para que se chegasse a uma situação não ameaçadora em
 953 2050. Se o início for em 2015, este ritmo salta para 5,3% ao ano. Adiado para 2020, a velocidade do
 954 declínio terá que atingir 9% ao ano (WGBU, 2009).

955 O alarmante é que, a se manterem os níveis atuais de emissões, este patamar de 750 Gt CO₂ anuais
 956 seria atingido já em 2035, tornando muito mais difícil sua reversão. Este horizonte é fortemente
 957 corroborado por trabalhos recentes, como o de New (2011), que examinam as consequências de um
 958 patamar de elevação da temperatura de quatro graus ou acima disso. O quarto relatório do IPCC
 959 (2007) já mostrava que o ritmo de crescimento das emissões se havia intensificado de 1,16% ao ano
 960 entre 1970 e 1984 para 1,9% ao ano entre 1990 e 2004. E o exame feito, pouco antes da
 961 Conferência de Copenhague, por Rogelj et al. (2009) sobre os impactos potenciais dos planos de
 962 redução de emissões de cem países, oferece resultado desolador:

963 *“Overall, for the Annex I countries as a group, greenhouse gas emissions from industrial sources —*
 964 *that is, all sources except land-use change and forestry — would be in the range of 8–14 per cent*
 965 *below 1990 levels by 2020 if current commitments were followed through. This is far less than the 25–*

¹⁰ Estes três documentos não são as únicas menções internacionais às noções de orçamento carbono e espaço carbono. O trabalho da National Academy of Sciences dos EUA (2010) faz referência explícita a greenhouse gas budget. Em 2008, a Grã-Bretanha adota uma lei de mudança climática com objetivos bem definidos não só de redução das emissões ao longo do tempo, mas também com metas setoriais e a expressão carbon budget é largamente utilizada. Mas, ao que tudo indica, os três documentos mencionados (o chinês, o indiano e o alemão) são os mais importantes na ligação entre desigualdade e mudanças climáticas, que é o eixo das políticas de mitigação das mudanças climáticas.

¹¹ Tradução livre: Um atraso na política do clima tem um forte efeito sobre a economia da mitigação. Todos os modelos apontam que a meta de 450 ppm vai se tornar inatingível se o mundo seguir a trajetória de referência até 2030.

966 40 per cent reductions required from this group of countries for the same period, gases and sources if
 967 warming is to be limited to around 2 °C.”¹²(Rogelj et al., 2009, p.82)

968 Mas entre as nações em desenvolvimento, o panorama não inspira mais otimismo:

969 “The collective commitments of non-Annex I countries would reduce their emissions to about 4 per
 970 cent below anticipated BAU emissions for 2020. These reductions are also substantially less than
 971 those needed to get on a global emissions pathway consistent with limiting warming to about 2 °C,
 972 which would require 15–30 per cent below BAU by 2020.”¹³ (Rogelj et al., 2009, p.82)

- 973 b) Quem tem o direito de ocupar o espaço carbono remanescente? O princípio das
 974 responsabilidades comuns, mas diferenciadas está na origem do Protocolo de Kyoto. Os três
 975 trabalhos aqui em destaque (Pan e Chen, 2010; Kanitkar, 2010 e WGBU, 2010) reconhecem
 976 a necessidade de considerar as emissões passadas, mesmo que indiquem momentos iniciais
 977 para este cálculo bem diferentes uns dos outros. É interessante observar, em Kanitkar
 978 (2010), a menção ao fato de que, no mínimo desde 1970, a comunidade científica já tinha
 979 conhecimento do processo de aquecimento global, tema já incluído na pauta da Conferência
 980 das Nações Unidas sobre Meio Ambiente de 1972. em Estocolmo¹⁴. Mais que isso: segundo
 981 Sanwal (2010) dois terços das emissões cumulativas dos países desenvolvidos foram
 982 lançados na atmosfera após 1970. Kanitkar et al (2010) mostram que as emissões de dióxido
 983 de carbono provenientes do uso de fósseis foram de 332 GtCO₂ entre 1850 e 2009: deste
 984 total, apenas 109 Gt CO₂ correspondem ao período compreendido entre 1850 e 1970. Pan e
 985 Chen (2010), propõem que se tome por base o ano de 1900 e WGBU (2010), mesmo
 986 admitindo que 1990 devesse ser a data de início do cálculo (em função do relatório do
 987 IPCC) propõe, por uma questão de realismo, que se parta de 2010. A distância entre as
 988 emissões dos países é tão grande que os resultados das diferentes maneiras de se levar em
 989 conta as emissões passadas são menos importantes do que a convergência que decorre do
 990 objetivo de reduzir o fosso na ocupação do espaço carbono. Mais que isso: mesmo quando
 991 se parte da situação de 2010 (e não de 1970 ou de 1900) o esforço de convergência para
 992 reduzir as desigualdades é gigantesco. É importante assinalar também que embora a
 993 proposta alemã seja a de transitar em direção à convergência a partir de 2010, ela envolve
 994 (com base no princípio do poluidor - pagador) o pagamento da ocupação do espaço carbono
 995 pelos países mais emissores no período entre 1990 e 2010 (WGBU, 2009 p.2). Em suma,
 996 nos três documentos a ênfase está não apenas na necessidade de se reduzir as emissões e de
 997 se descarbonizar a economia mundial, mas também na maneira como o espaço carbono
 998 remanescente será partilhado entre diferentes países (*burden-sharing in mitigation*, na
 999 expressão de Kanitkar et al, 2010 p.7).
- 1000 c) O terceiro ponto de convergência entre os três documentos é que tanto a responsabilidade
 1001 histórica como o direito a ocupar o espaço carbono remanescente deve ser objeto de um
 1002 **cálculo per capita**. Cada país dispõe de um “capital atmosférico” (WBGU, 2009), estimado
 1003 em função de suas emissões, de sua população e que pode ser negociado (inclusive por
 1004 mecanismos de mercado) para favorecer o processo de transição. Mas aqui há uma diferença
 1005 crucial nas abordagens examinadas. Pan e Chen (2010, p.15) preconizam que a base deste

¹² Tradução livre: “Integralmente, para o grupo de países do Anexo I, gases de efeito estufa proveniente de fontes industriais – ou seja, todas as fontes com exceção de uso do solo e florestas – serão em uma faixa entre 8-14 por cento abaixo dos níveis de 1990 no ano de 2020 se os compromissos assumidos atualmente continuarem sendo seguidos. Isto é muito menos do que os 25-40 por cento de redução exigida para este grupo de países para o mesmo período, gases e fontes se o limite de aquecimento for em torno de 2 °C.”

¹³ Tradução livre: “Os compromissos coletivos para os países não-Anexo I seriam reduzir as suas emissões em tonro de 4 por cento abaixo do cenário *business as usual* de emissões esperadas para 2020. Estas reduções também são substancialmente menores do que o necessário para atingir uma meta de emissão consistente com os limites de aquecimento de 2 ° C, o que requer 15-30 por cento menos do que o *business as usual* até 2020.”

¹⁴ Kanitkar et al (2010, p.42) mostram que em 1968, numa conferência organizada pela American Association for the Advancement of Science, preparatória à conferência de Estocolmo, pesquisadores norte-americanos já mostram evidências do aquecimento global.

1006 cálculo seja o **consumo**: “a abordagem das necessidades básicas, tal como desenvolvida
 1007 pelos pesquisadores chineses, volta sua atenção aos requerimentos de emissão derivados do
 1008 lado do consumo, tendo em vista a preocupação com a equidade interpessoal”. Já o trabalho
 1009 alemão leva em conta não o consumo de seus habitantes, mas as emissões de seu sistema
 1010 produtivo. A diferença é que, em WGBU (2010), países em desenvolvimento exportadores
 1011 de petróleo, como Venezuela, Arábia Saudita e Kuwait, por exemplo, estão entre os de
 1012 maior emissão per capita, junto com os do Anexo 1. No cálculo com base no consumo, a
 1013 China seria nitidamente favorecida, já que nada menos que um terço das emissões chinesas
 1014 corresponde a exportações, segundo o Oslo's Centre for International Climate and
 1015 Environmental Research (Clark, 2009)¹⁵.

1016 De qualquer maneira, o objetivo do cálculo per capita é duplo: em primeiro lugar trata-se de
 1017 reduzir as desigualdades nas emissões. A atual média mundial é de 2,7 toneladas de carbono
 1018 per capita (considerando somente as emissões derivadas do uso de combustíveis fósseis),
 1019 mas os países mais emissores estão num patamar superior a 12 toneladas (nos EUA e na
 1020 Austrália, quase 20 toneladas), enquanto que as nações mais pobres giram em torno de uma
 1021 tonelada. A China emitia 2,5 toneladas per capita em 1996 e dobrou suas emissões chegando
 1022 a 5 toneladas em 2006. Neste período, mesmo tendo ampliado suas emissões em 55%, a
 1023 Índia chega a 2006 com pouco mais de uma tonelada per capita e o Brasil com duas¹⁶.

1024 Mas, em segundo lugar, tão importante quanto a redução da desigualdade é o declínio geral
 1025 nas emissões, que devem chegar, em 2050, a uma tonelada por habitante/ano (considerando
 1026 apenas combustíveis fósseis), ponto no qual o documento alemão insiste com especial
 1027 ênfase, mas que está presente também na posição indiana (e, de forma bem menos nítida, no
 1028 estudo chinês).

1029 d) Os três trabalhos só levam em conta as **emissões decorrentes da queima de combustíveis**
 1030 **fósseis**. O chamado *Land Use, Land Use Change and Forests* (LULUCF) não é
 1031 considerado, o que explica a posição relativamente confortável em que se encontra o Brasil,
 1032 na comparação internacional. Há duas razões para isso: em primeiro lugar trata-se de voltar
 1033 ao âmago do funcionamento do sistema econômico mundial e de sua dependência com
 1034 relação a combustíveis fósseis. Aí é que o esforço de descarbonização será o mais difícil.
 1035 Isso quer dizer, em última análise, que é perfeitamente possível prover os bens e serviços
 1036 necessários para ampliar o acesso às necessidades humanas básicas, sem devastação
 1037 florestal. O que é estranho, nesta decisão metodológica, é que ela não inclui a agricultura e a
 1038 pecuária, tendo em vista a importância da emissão de metano decorrente destas atividades.
 1039 Em segundo lugar, a exclusão do chamado LULUCF reflete o temor de que o financiamento
 1040 da manutenção da integridade das florestas tropicais seja levado adiante por meio de
 1041 compensações que atrasem o processo de transformação tecnológica necessário à
 1042 descarbonização das economias altamente dependentes de combustíveis fósseis.

1043 e) Os três documentos estimam o montante de carbono que ainda pode ser emitido no período
 1044 considerado por cada país, tendo por base o respeito à decisão de reduzir a ameaça de
 1045 catástrofe climática e um cálculo per capita. Segundo o trabalho alemão, se fosse levado em
 1046 conta o período 1990/2050 este total seria de 1.100 GT CO₂ anuais. A se considerar o
 1047 período 2010/2050, as emissões capazes de evitar situação catastrófica são de, no máximo
 1048 750 GT CO₂ anuais, como já assinalado anteriormente. Os números variam em cada

¹⁵ Matéria do jornal britânico Guardian mostra que o tema é extremamente polêmico: Dieter Helm, professor de Economia na Universidade de Oxford declarou que "focar no consumo, em vez da produção, é a única solução intelectual e eticamente sadia. Nós simplesmente terceirizamos nossa produção". Já Jonathon Porritt, na época diretor da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Grã-Bretanha rejeita este método de cálculo sob o argumento que introduziria uma dupla contagem incompatível com qualquer acordo internacional.

¹⁶ Estas informações estão abertas no site do Guardian:

Disponível em <http://www.guardian.co.uk/environment/datablog/2009/sep/02/carbon-emissions-per-person-capita>

Acessado em 30 de setembro de 2012

1049 documento segundo o ponto histórico de partida, mas, nos três casos, o importante é a
 1050 partilha das emissões remanescentes sobre uma base per capita (que se levem em conta ou
 1051 não as responsabilidades históricas). A tabela 2.2.1, mostra a diferença entre uma partilha
 1052 equitativa e a situação atual (que se tenha por base o ano de 1850 ou o de 1970). Os EUA,
 1053 por exemplo, com apenas 5% da população mundial, já ocuparam, até 2009, nada menos que
 1054 29% do *espaço carbono*, se a base do cálculo for 1850. Mas mesmo que a contagem parta de
 1055 1970, é enorme o contraste entre a partilha equitativa e a atual (5% e 25%, respectivamente).

1056 Tabela 2.2.1 Partilha equitativa e partilha real do espaço carbono

| Países/regiões | Partilha equitativa (Baseado em população de 2009) % | Partilha atual Base 1850 % | Partilha atual Base 1970 % |
|-------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| EUA | 5 | 29 | 24 |
| Outros anexo I | 14 | 45 | 41 |
| China | 20 | 10 | 13 |
| Índia | 17 | 3 | 3 |
| Outros emergentes | 15 | 9 | 12 |
| Restante do mundo | 29 | 4 | 5 |

1057 Fonte: Kanitkar et al, 2010

1058
 1059 A tabela 2.2.2 mostra a diferença entre os direitos de emitir (*total entitlements*, na terminologia do
 1060 documento) com base na população atual entre 1970 e 2050 (tendo em vista o objetivo de evitar
 1061 uma situação de catástrofe) e as reais emissões de cada país ou cada bloco de países. O resultado é
 1062 que os países do Anexo I tem um déficit imenso, de 100,38 GtC, ou seja, ocupam muito mais do
 1063 que aquilo a que deveriam ter direito sobre uma base per capita.

1064 Tabela 2.2.2: Direitos totais, emissões reais (base 1970)

| Base 1970 | Direitos totais 1970/2050 (com base na população de 2009 e com um orçamento de 300 GtC entre 2010/2050) | Participação real na formação do estoque histórico de carbono (1970/2009) | Direitos totais - <i>total entitlements</i> - de 2009 em diante |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | GtC | GtC | GtC |
| 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 |

1065 Fonte: Kanitkar et al, 2010

1066
 1067 Um cálculo semelhante é feito no texto de Pan e Chen (2010) mostrando igualmente o déficit no
 1068 *orçamento carbono* dos países do anexo I. Os números são diferentes dos apresentados pelos
 1069 indianos, mas o raciocínio é basicamente o mesmo: os países do anexo I (sobretudo EUA e a maior
 1070 parte dos países europeus) já usaram seu *espaço carbono* pelas emissões por eles acumuladas,
 1071 mesmo que sejam feitos ajustes a suas necessidades básicas per capita, que levem em conta, por
 1072 exemplo, o fato de que em clima frio há maior necessidade de aquecimento e, portanto, de emissões
 1073 correspondentes a este item.

1074 O estudo do WGBU (2009) mostra o tempo remanescente para que o espaço carbono seja ocupado
 1075 com base em dois cenários: o primeiro expõe dados entre 1990 e 2050. Neste caso, se as emissões
 1076 de 2008 se mantivessem até 2050, isso significa que em 2007 a Alemanha já teria ultrapassado seu
 1077 *orçamento carbono* e os Estados Unidos em 1999. O Burkina Fasso, em contrapartida, ainda teria
 1078 2.810 anos (mantido o mesmo nível de emissões de 2008) para usar seu orçamento, a Índia 103, o
 1079 Brasil 55, mas a China apenas 23. Se o cálculo tiver início em 2010 (como propõe o WGBU) a
 1080 realidade é apenas um pouco menos drástica para os países mais ricos do mundo: os EUA teriam
 1081 seis anos para dar início à rápida queda nas emissões e a Alemanha dez anos. O horizonte de que,
 1082 mantidos os níveis atuais de emissões, a China rapidamente se transforma de superavitária em
 1083 deficitária está também no cálculo de Pan e Chen (2010), com a diferença de que para os
 1084 pesquisadores chineses, esta reversão será alcançada em apenas dez anos.

1085 A tabela 2.2.3 mostra que a China, apesar de seu superávit histórico, atualmente emite muito mais
 1086 do que seu orçamento anual lhe permitiria e, portanto, deverá ingressar rapidamente numa rota de
 1087 declínio, contrariamente à Índia e ao Burkina Fasso, por exemplo, que ainda deteriam, por este
 1088 critério de cálculo, direitos a emissão por vários anos (88 no caso da Índia, mais de 2000 anos no
 1089 caso do Burkina Fasso). É uma situação bem diferente da brasileira, cujas emissões atuais (contando
 1090 apenas as derivadas da queima de combustíveis fósseis, é bom lembrar) são menores do que aquelas
 1091 a que o país teria direito em uma divisão equitativa com base no critério alemão (WBGU, 2009).

1092 Tabela 2.2.3: Orçamento carbono de países selecionados 2010/2050. Base emissões de 2008. População e emissões de
 1093 2008. Manutenção da elevação da temperatura em menos de 2° até 2050.

| | Parcela da população mundial em 2010 % | Orçamento 2010/2050 GtCO2 | | Emissões estimadas em 2008 GtCO2 | Anos para esgotar o orçamento com base nas emissões de 2008 |
|----------------|----------------------------------------|---------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | | Período total | Por ano | | |
| Alemanha | 1,2 | 9,0 | 0,22 | 0,91 | 10 |
| EUA | 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 Fasso | 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 Européia | 7,2 | 54 | 1,3 | 4,5 | 12 |
| Mundo | 100 | 750 | 18 | 30 | 25 |

1094 Fonte: WBGU, 2009

1095 2.2.3.2. O longínquo horizonte das energias renováveis

1096 É imprudente a maneira como a imprensa internacional veiculou os resultados do Special Report
 1097 Renewable Energy Sources do IPCC (2011), lançado em Abu Dabi, nos Emirados Árabes. Na
 1098 verdade, a notícia de que 80% da energia mundial poderiam vir de fontes alternativas, em 2050,
 1099 corresponde a uma possibilidade técnica (e também, claro, a uma exigência ética e política de evitar
 1100 os piores cenários) e não a uma estimativa sobre os meios capazes de concretizá-la.

1101 É verdade que não se podem subestimar as conquistas nesta direção, expressa em números citados
 1102 no documento do IPCC (2011): 47% do aumento na capacidade de geração de energia elétrica no
 1103 mundo, em 2008 e 2009, vieram de fontes não fósseis. Os países em desenvolvimento respondem
 1104 por mais da metade desta elevação. Em 2009, a energia eólica expandiu-se 32% e a originária de
 1105 células fotovoltaicas 53%, com relação ao ano anterior. A participação dos biocombustíveis na
 1106 matriz energética mundial dos transportes cresceu de 2% para 3% entre 2008 e 2009. Também se
 1107 ampliaram de maneira considerável as energias renováveis descentralizadas, sobretudo em regiões
 1108 rurais. A curva de aprendizagem das energias renováveis tem levado à redução em seus preços: o
 1109 silício presente nas células fotovoltaicas caiu de US\$ 65 em 1976, para US\$ 1,4 em 2010. O custo
 1110 da produção elétrica eólica nos EUA diminuiu de US\$ 4,3 por watt, em 1984, para US\$ 1,9 em,
 1111 2009.

1112 Apesar destes inegáveis avanços, não se pode dizer que seja alta a probabilidade de que o sistema
 1113 mundial vai se emancipar de sua dependência com relação aos combustíveis fósseis nos próximos
 1114 quarenta anos. O ponto de partida das energias renováveis é muito baixo e isso mascara as altas
 1115 taxas de crescimento. A cifra de quase 13% da matriz mundial corresponde, na verdade, em sua
 1116 maioria, a biomassa para cocção e, em menor proporção, para aquecimento, em países pobres. As
 1117 energias mais promissoras partem de um patamar quase irrisório: 0,1% para a solar, 0,1% para a
 1118 geotérmica, 0,2% para a eólica e 2,3% para as hidrelétricas, cujos limites de crescimento são

1119 conhecidos. Quanto às bioenergias modernas, até aqui, somente o etanol de cana-de-açúcar oferece
1120 eficiência energética e econômica, apesar do otimismo que cerca o etanol celulósico.

1121 Esta é a razão pela qual, longe da convergência em torno de uma suposta emancipação das energias
1122 fósseis em 2050, anunciada com certo alarde na imprensa mundial, os cenários estudados pelo IPCC
1123 são, na verdade, bem menos otimistas. Mais da metade deles considera que, em 2030, as energias
1124 renováveis serão 17% do total, chegando a 27% em 2050. Apenas alguns poucos cenários apontam
1125 para a perspectiva de 43% em 2030 e 77% em 2050.

1126 No eixo da transição para fontes energéticas alternativas encontra-se também a questão da
1127 desigualdade. Sobre que fontes de energia serão construídas, os serviços e as infraestruturas
1128 necessárias a que se alcance a satisfação das necessidades básicas das sociedades cujos indicadores
1129 de desenvolvimento são hoje precários? Segundo Purkayastha e Mandal (2010), participantes do
1130 seminário em torno da proposta indiana de orçamento carbono, “a questão que a Índia enfrenta
1131 consiste em saber se é possível reduzir a intensidade energética da economia antes de atingir um
1132 nível mínimo de desenvolvimento”. Eles constatam que um mínimo de consumo de energia per
1133 capita é necessário para alcançar certo patamar de desenvolvimento e que para atingir, por exemplo,
1134 o consumo energético per capita de Portugal em 2005, a Índia teria que elevar sua oferta a uma
1135 velocidade de 9.1% ao ano até ao menos 2038. Aí então questionam: quais as chances de se chegar
1136 a estas metas a partir de um caminho de baixo carbono. A resposta está na energia nuclear ou na
1137 energia solar já que o potencial eólico do país é relativamente baixo e as bioenergias possuem usos
1138 alternativos, que inibem seu emprego energético. O potencial indiano em energia nuclear é de 40
1139 mil MW e o solar de 20 mil MW, que poderiam ser atingidos no início dos anos 2020. O custo do
1140 MW nuclear varia de U\$ 5 milhões (com base em equipamentos importados da Finlândia) a U\$ 7,5
1141 milhões (equipamentos importados dos EUA). A energia solar custaria U\$ 4,5 milhões por MW,
1142 cinco vezes mais que a energia produzida por uma usina de carvão. E como o fator de utilização
1143 (*plant load factor*) da energia solar é de 25% contra 80% das usinas a carvão, a diferença de custos
1144 é ainda maior. É evidente que não é possível conceber a construção da infraestrutura e dos serviços
1145 básicos ao desenvolvimento sobre uma base energética tão dispendiosa.

1146 Ao mesmo tempo, a descarbonização tardia das economias dos grandes países em desenvolvimento
1147 (sobretudo China e Índia) traz custos globais capazes de comprometer as metas de redução de
1148 emissões no longo prazo. Os resultados da síntese de Luderer et al. (2011) são:

1149 *“complementary to those of the Stanford Energy Modeling Forum study which found, based on a*
1150 *coordinated study of ten integrated assessment models, that a delay in mitigation action by the large*
1151 *emerging economies until 2030, and other non-Annex I countries until 2050 makes an ambitious 450*
1152 *ppm CO₂e target virtually impossible to achieve, and raises costs significantly for the intermediate*
1153 *550 ppm CO₂e target”¹⁷. (Luderer et al. 2011, p.16)*

1154 O cenário de base do qual partem os modelos sintetizados no estudo de Luderer et al (2011)
1155 mostram o claro predomínio de combustíveis fósseis até 2100, como se vê na figura 2.2.5. Os três
1156 cenários de base da figura variam em função da oferta de energia alternativa aos fósseis (*ReMIND-*
1157 *R baseline*) e em função da redução da intensidade energética das economias (*WITCH baseline*).
1158 Os três gráficos apresentados como cenários alternativos não consistem em previsões, mas têm o
1159 objetivo de mostrar o impressionante abismo entre as necessidades de mudanças nas fontes e nos
1160 modos de uso da energia, para que haja chances de se manter a temperatura no limite de aumento de
1161 dois graus.

1162 Do ponto de vista conceitual e metodológico, duas questões são cruciais: a primeira consiste em
1163 saber quais os investimentos necessários para que a aceleração do uso de fontes não fósseis na

¹⁷ Tradução livre: “Complementarmente ao estudo de *Stanford Energy Modeling Forum* que mostra que, baseado em um estudo coordenado de dez integrações de modelos de avaliação, que um atraso nas ações de mitigação das grandes economias emergentes até 2030 e outros países não-Anexo I até 2050 faz com que a ambição de atingir o objetivo 445ppm de CO₂e seja virtualmente impossível, e aumenta os custos de forma significativa para atingir a meta intermediária de 550 ppm CO₂e.”

1164 geração de energia (sobretudo elétrica) seja possível. Isso vai depender, em grande parte, do preço a
 1165 ser cobrado pelas emissões de GEE, ou seja, do mercado de carbono.

1166 Além disso, é necessário levar em conta também a velocidade das inovações capazes de acelerar a
 1167 disponibilidade de energias renováveis. As perspectivas oferecidas pela utilização comercial do
 1168 etanol celulósico são, neste sentido, importantes, tanto quanto a curva de aprendizagem em energia
 1169 solar e eólica, cuja geração é feita a preços cada vez menores. Mas nada indica, segundo alguns dos
 1170 mais importantes autores voltados ao tema, que a economia mundial esteja na iminência de apoiar
 1171 sua base energética em energias renováveis. Longe de conduzir a um puro e simples impasse, esta
 1172 constatação é um convite para que se coloque a ênfase na maneira como se usa a energia atualmente
 1173 e aí o espaço de mudança é extraordinário, como será visto, rapidamente, no próximo item.

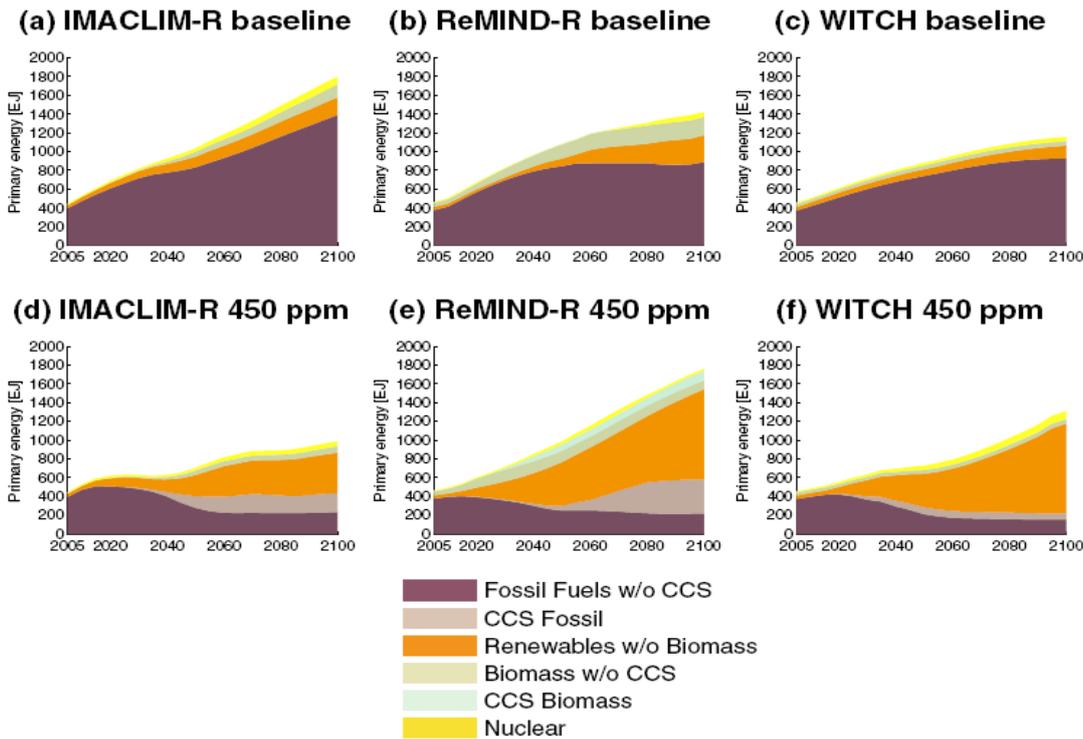


Fig. 5 Primary Energy Supply in IMACLIM-R, ReMIND-R and WITCH for the baseline case (a–c) and the default policy scenario with stabilization of atmospheric CO₂ concentrations at 450 ppm (d–f)

1174

1175 Figura 2.2.5 – Oferta de energia primária em IMACLLIM-R e WITCH para o caso base (ac) e o cenário de política
 1176 padrão com estabilização de concentrações atmosféricas de CO₂ em 450 ppm (DF). Fonte: Luderer et al., 2011.

1177

1178 2.2.3.3. Intensidade energética e padrões de consumo

1179 Os Estados Unidos exprimem bem as dificuldades desta transição. Mesmo que o esforço para tornar
 1180 a economia norte-americana independente de combustíveis fósseis seja equivalente ao mobilizado
 1181 durante a Segunda Guerra Mundial, levará ao menos três décadas para que fontes alternativas
 1182 substituam o petróleo de forma significativa na matriz energética ndo a estimativa de Ayres e Ayres
 1183 (2011) daquele país, segue. Os custos adicionais da construção de novas usinas nucleares, após o
 1184 acidente de Fukushima só tendem a dilatar este prazo.

1185 Lester e Finan (2009), pesquisadores do MIT estudam a intensidade energética, as fontes
 1186 alternativas de energia e o horizonte de crescimento econômico norte-americano até 2050 e
 1187 concluem:

1188 *“In essence, the recent energy efficiency and decarbonization performance of the U.S. economy falls*
 1189 *far short of what would be required to achieve the goal. One indication of the size of the task ahead is*
 1190 *that if the energy intensity of the economy were to continue to decline at the same rate as during the*

1191 *last 25 years, the economy could not grow faster than roughly 1% per year per capita between now*
 1192 *and mid-century, even with extraordinarily high rates of installation of solar, wind, geothermal,*
 1193 *nuclear and coal-fired generating capacity with carbon capture and storage.”¹⁸ (Lester e Finan*
 1194 *(2009), p. 14)*

1195 Lester e Finan mostram que mesmo um crescimento médio de 2% durante os próximos quarenta
 1196 anos (relativamente modesto) exigiria um declínio inédito na intensidade energética norte-
 1197 americana:

1198 *“Since most of the low carbon energy supply technologies are more expensive than the incumbent*
 1199 *high-carbon energy sources, this analysis also draws attention to the need for a sustained flow of*
 1200 *innovations in many different fields of application in order to bring” (Lester e Finan, 2009 p.14)¹⁹*

1201 É imenso como mostram Robert Ayres e Edward Ayres (2011) o potencial de ampliação da
 1202 eficiência energética das economias contemporâneas. Mas a repercussão destes ganhos de eficiência
 1203 sobre as emissões de gases de efeito estufa tem que levar em conta o que Leonardo Maugeri (do
 1204 Belfer Center for Science and International Affairs da Harvard Kennedy School do MIT) chama de
 1205 a próxima revolução do petróleo²⁰. Seu trabalho mostra que até 2020, os quatro principais
 1206 fornecedores mundiais de petróleo serão Estados Unidos, Canadá, Brasil e Iraque. Mais que isso, o
 1207 fraturamento hidráulico oferece horizonte inédito de ampliação da produção de gás, parcialmente
 1208 em substituição ao carvão. O principal resultado é que diminui o uso de carvão na geração de
 1209 energia elétrica nos Estados Unidos, sobretudo a partir de 2011. O relatório anual de 2011 da
 1210 PriceWaterhouse (PwC) falava não hesitava em chamar de “retomada suja” a recuperação do
 1211 crescimento econômico nos EUA após a crise de 2008. De fato, as emissões, segundo o cálculo da
 1212 PwC (2011:p. 6, tabela 1) haviam subido nada menos que 4,1%, com relação a 2010. Já em 2012, as
 1213 emissões norte-americanas declinam 1,9% o que se explica fundamentalmente pela substituição do
 1214 carvão pelo gás decorrente das explorações com faturamento hidráulico.

1215 Esta substituição é uma das bases do otimismo de Maugeri com as perspectivas, segundo ele,
 1216 promissoras de utilização de combustíveis fósseis nos próximos anos nos EUA. Mas mesmo que o
 1217 gás seja menos prejudicial que o carvão, ele é também um combustível fóssil e, além disso, resta a
 1218 questão sobre como neutralizar os efeitos do uso do petróleo a cuja exploração este emprego de gás
 1219 está associado. Maugeri evoca o potencial da geoengenharia. No entanto, até aqui, os projetos de
 1220 captura e armazenagem de carbono não mostraram minimamente capacidade de atenuar os efeitos
 1221 das emissões decorrentes do uso de combustíveis fósseis.

1222

¹⁸ Tradução livre: Essencialmente, o recente desempenho da eficiência energética e da descarbonização da economia dos EUA pode ser considerado muito aquém do que seria necessário para alcançar o objetivo. Uma indicação do tamanho da tarefa à frente é que, se a intensidade energética da economia continuar a diminuir na mesma taxa dos últimos 25 anos, a economia poderá não crescer mais rápido do que cerca de 1% por ano per capita entre agora e meados do século, mesmo se taxas extraordinariamente altas de instalação de energia solar, eólica, geotérmica, capacidade de geração nuclear e carvão com capacidade de captura e armazenamento de carbono.

¹⁹ Tradução livre: Já que a maior parte das tecnologias de baixo carbono são mais caras do que as atuais fontes de energia, esta análise também volta uma atenção para a necessidade de um fluxo contínuo de inovações em diferentes campos.

²⁰ Maugeri, 2012.

1223 **Referências bibliográficas**

- 1224 Abbagnano, N, 1960. Dicionário de Filosofia, Ed. Mestre Jou. S.P..
- 1225 Aristóteles, 1984. Ética a Nicômaco II, Ed. Abril Cultural, São Paulo. .
- 1226 Ayres R, e E. Ayres, 2011. Crossing the Energy Divide. Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy
1227 Future. Wharton School Publishing.
- 1228 Baumert, K.A., T. Herzog, e J. Pershing, 2005. Navigating the numbers: greenhouses gas data and international climate
1229 policy. World Resource Institute (WRI). WRI, Washington D.C.
- 1230 Burgenmeier, B. Modelling equity: a debate about values. Environmental modeling and assessment 8: p.165-174,
1231 Netherlands, 2003. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/p51m4320878k0v44/> Acessado em 30
1232 de novembro de 2012
- 1233 Clark, D., 2009. China's increasing carbon emissions blamed on manufacturing for west. The Guardian. Disponível em:
1234 <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/feb/23/china-carbonemissions> Acessado em 24 de março de 2012.
- 1235 COEP - Rede Nacional de Mobilização Social, 2011. Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades. Coleção COEP
1236 Cidadania em Rede. Rio de Janeiro, Junho.
- 1237 Cox, S., 2010. Cooling a Warming Planet: A Global Air Conditioning Surge. Disponível em
1238 http://e360.yale.edu/feature/coolingtang_a_warming_planet_a_global_air_conditioning_surge/2550/ Acessado em
1239 17 de setembro de 2012
- 1240 Daly, Henry, 1995. On Wilfred Beckerman's Critique of Sustainable Development. In: *Environmental Values 4*.
- 1241 Diffenbaugh N.S., e M. Scherer, 2011. Observational and model evidence of global emergence of permanent,
1242 unprecedented heat in the 20th and 21st centuries. Climatic Change DOI 10.1007/s10584-011-0112-y
- 1243 Engel, J.R., 1990. The ethics of Sustainable Development. In: *Ethics of Environment and Development*. [Engel, J.R., e
1244 J.G. Engel (eds.)] The University of Arizona Press, Tucson.
- 1245 Estrada-Oyuela, R.A., 2000. Climate Change Mitigation and Equity. IPCC 2nd Regional Experts' Meeting on
1246 Development, Equity and Sustainability, Havana, Cuba, 23-25 Fevereiro de 2000. Disponível em
1247 <http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/des-2nd-ipcc-expert-meeting.pdf> Acessado em 20 de novembro de
1248 2012.
- 1249 Fischer-Kowalski, M. 2008. Climate Change, Social Metabolism, and Human Well-being. In: *Workshop on
1250 Sociological Perspectives on Global Climate Change* [Nagel, J., T. Dietz, J. Broadbent (orgs).]. pp 79-82.
1251 Disponível em http://ireswb.cc.ku.edu/~crgc/NSFWorkshop/Readings/NSF_WkspReport_09.pdf Acessado em
1252 8 de julho de 2011.
- 1253 Goldemberg, J., et al., 2004. Expanding access to electricity in Brazil. Energy For Sustainable Development, v. VIII, n.
1254 4, pp. 86-94. Disponível em <http://www.afrepren.org/project/gnesd/esdsi/brazil.pdf> Acessado em 20 de
1255 novembro de 2012.
- 1256 Gutierrez, M.B.S., 1998. A Equidade nas negociações internacionais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento
1257 para a redução dos gases de efeito estufa: principais critérios e implicações. Texto para discussão n. 550, RJ,
1258 IPEA. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0550.pdf> Acessado em 20 de novembro de 2012.
- 1259 Herring, H., e S. Sorrel. 2009. Energy Efficiency and Sustainable Consumption. Plagrave Macmillan.
- 1260 Holdren, J., 2003. Environmental Change and the Human Condition. Bulletin Fall. Disponível em
1261 <http://www.amacad.org/publications/bulletin/fall2003/holdren.pdf> Acessado em 8 de julho de 2011.
- 1262 Homer-Dixon, T., 2006. The Upside of Down. Catastrophe, Creativity, and the Renewal of Civilization. Island Press
- 1263 IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007a. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007.
1264 Climate Change 2007: Working Group III: Mitigation of Climate Change Disponível em
1265 http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch1s1-es.html Acessado em 4 de julho de 2011.
- 1266 _____, 2007b. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Climate Change 2007: Working Group
1267 III: Mitigation of Climate Change Disponível em [http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch1s1-
1268 2.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch1s1-2.html) Acessado em 4 de julho de 2011.

- 1269 _____, 2011. Special Report Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Disponível em
1270 <http://www.ipcc-wg3.de/publications/special-reports/srren> Acessado em 20 de novembro de 2012.
- 1271 IPCC/WGIII_AR5 Draft Zero_Chapter 04: Sustainable Development and Equity, 2012.
- 1272 Jamieson, D. & H.R. Luce, 1999. Carleton College, Northfield MN 55057 and Environmental and Societal Impacts
1273 Group. National Center for Atmospheric Research. Disponível em
1274 http://www.geo.mtu.edu/~asmayer/rural_sustain/intro_2010/further_readings/jamieson_1998.pdf
- 1275 Kanitkar T. et al., 2010. Global Carbon Budgets and Burden Sharing in Mitigation Actions –Complete Report In:
1276 *Conference on Global Carbon Budgets and Equity in Climate*. Discussion Paper, Supplementary Notes and
1277 Summary Report. [Tata Institute of Social Sciences (org.)]. Disponível em: [http://moef.nic.in/downloads/public-](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf)
1278 [information/tiss-conference-cc-2010.pdf](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf) Acessado em 30 de setembro de 2012
- 1279 Kevin, L., B. Cashore, S. Bernstein, e G. Auld. 2009. Playing it Forward: Path Dependency, Progressive
1280 Incrementalism, and the “Super Wicked” Problem of Global Climate Change. *Climate Change: Global Risks.*
1281 *Challenges and Decisions Congress*, 10 - 12 Março 2009, Copenhagen, Denmark. Disponível em
1282 [http://environment.research.yale.edu/documents/downloads/0-](http://environment.research.yale.edu/documents/downloads/0-9/2010_super_wicked_levin_cashore_bernstein_auld.pdf)
1283 [9/2010_super_wicked_levin_cashore_bernstein_auld.pdf](http://environment.research.yale.edu/documents/downloads/0-9/2010_super_wicked_levin_cashore_bernstein_auld.pdf) Acessado em 20 de setembro de 2012.
- 1284 Lester R. e A. Finan, 2009. Quantifying the Impact of Proposed Carbon Emission Reductions on the U.S. Energy
1285 Infrastructure. In: *Energy Innovation Working paper series*. [Industrial performance center Massachusetts
1286 Institute of Technology (org.)]. Disponível em: <http://web.mit.edu/ipc/publications/pdf/09-004.pdf> Acessado em
1287 1 de outubro de 2012.
- 1288 Luderer, G., et al., 2011. The economics of decarbonizing the energy system—results and insights from the RECIPE
1289 model intercomparison. *Climatic Change* DOI 10.1007/s10584-011-0105-x. Disponível em:
1290 <http://www.springerlink.com/content/g04377m307g03725/> Acessado em 30 de novembro de 2012.
- 1291 Margulis, S., C.B.S. Dubeux, e J. Marcovitch, 2010. *Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e*
1292 *Oportunidades*. Synergia Editora, Rio de Janeiro.
- 1293 Martenson, C., 2011. *The Crash Course. The Unsustainable Future of Our Economy, Energy and Environment*. John
1294 Wiley and Sons, Inc. New Jersey.
- 1295 Maugeri, L., 2012. Oil: the next revolution the unprecedented upsurge of oil production capacity and what it means for
1296 the world. Policy Brief, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School.
1297 Disponível em:
1298 [http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/22147/global_oil_production_is_surgings.html?breadcrumb=%2F](http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/22147/global_oil_production_is_surgings.html?breadcrumb=%2Fexperts%2F2510%2Fleonardo_maugeri)
1299 [experts%2F2510%2Fleonardo_maugeri](http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/22147/global_oil_production_is_surgings.html?breadcrumb=%2Fexperts%2F2510%2Fleonardo_maugeri) Acessado em 17 de setembro de 2012
- 1300 May, G., 2011 Assessing the strength of regional changes in near-surface climate associated with a global warming of
1301 2°C *Climatic Change*. DOI 10.1007/s10584-011-0076-y
- 1302 Meinshausen, M.N. et al., 2009. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C. *Nature*, 458,
1303 1158-1162. Disponível em <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/nature08017.html> Acessado
1304 em 8 de julho de 2011.
- 1305 Moser, S.C., 2011. Adaptation, mitigation, and their disharmonious discontents. *Climatic Change*. doi 10.1007/s10584-
1306 011-0106-9
- 1307 Munasinghe, M, e R. Swart, R. 1999. *Climate Change and Its Linkages with Development, Equity, and Sustainability.*
1308 *Proceedings of the IPCC Expert Meeting held in Colombo, Sri Lanka, 27-29 April 1999*. Published for the IPCC
1309 by LIFE, RIVM, WORLD BANK.
- 1310 New, M., 2011. Four degrees and beyond: the potential for a global temperature increase of four degrees and its
1311 implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Disponível em:
1312 <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1934/4.full> Acessado em 1 de outubro de 2012.
- 1313 Pachauri, R. K., 2010. *Dealing with Climate Change. Stting a global agenda for mitigation and adaptation*. Delhi. The
1314 Energy and Resources Institute.
- 1315 Pan, J., e Y. Chen, 2010. Carbon Budget Proposal In: *Dealing with Climate Change. Stting a global agenda for*
1316 *mitigation and adaptation*. [Pachauri, R.K. (org.)]. Delhi. The Energy and Resources Institute.pp. 13-48.
- 1317 Prather, M., 2011. IPCC, WG1, Chapter 11, ZOD
- 1318 Perelman, C, 1996. *Ética e Direito*. Ed. Martins Fontes. SP.

- 1319 PwC – PricewaterhouseCoopers, 2011 Counting the cost of carbon Low carbon economy index 2011. Disponível em:
1320 http://www.pwc.com/en_GX/gx/low-carbon-economy-index/assets/Low-Carbon-Economy-Index-2011.pdf
1321 Acessado em 30 de setembro de 2012.
- 1322 PwC – PricewaterhouseCoopers, 2012. Too late for two degrees? Low carbon economy index 2012. Disponível em:
1323 http://www.pwc.com/en_GX/gx/low-carbon-economy-index/assets/pwc-low-carbon-economy-index-2012.pdf
1324 Acessado em 30 de setembro de 2012
- 1325 Purkayastha P., e T. Mandal , 2010. A Note on Carbon Space as Development Space. *In: Conference on Global Carbon*
1326 *Budgets and Equity in Climate Change Discussion Paper, Supplementary Notes and Summary Report* [Tata
1327 Institute of Social Sciences (org.)] Disponível em: [http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf)
1328 [conference-cc-2010.pdf](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf) Acessado em 1 de outubro de 2012
- 1329 Redclift, M., 1987. Sustainable Development: Exploring the Contradictions. London: Methuen.
- 1330 Rogelj, J. et al., 2009. Halfway to Copenhagen, no way to 2 °C. Nature Reports Climate Change Publicado online em
1331 11 de junho doi:10.1038/climate.2009.57 Disponível em:
1332 <http://www.nature.com/climate/2009/0907/full/climate.2009.57.html> Acessado em 1 de outubro de 2012
- 1333 Rose, A., 1992. Equity considerations of Tradeable carbon entitlements *In: Tradeable carbon entitlements.* [Barrett, S.
1334 et al.. (org.)] Genebra: Unctad.
- 1335 Sanwal, M., 2010. Leadership in Climate Negotiations –Shared Vision and National Carbon Budgets *In: Conference on*
1336 *Global Carbon Budgets and Equity in Climate Change Discussion Paper, Supplementary Notes and Summary*
1337 *Report* [Tata Institute of Social Sciences (org.)] Disponível em: [http://moef.nic.in/downloads/public-](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf)
1338 [information/tiss-conference-cc-2010.pdf](http://moef.nic.in/downloads/public-information/tiss-conference-cc-2010.pdf) Acessado em 1 de outubro de 2012
- 1339 Sen, A.K., 1999. Sobre Ética e Economia. São Paulo, Companhia das Letras. 2ª ed.
- 1340 Sen, A.K., 2000. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo, Companhia das Letras.
- 1341 Seroa da Motta, R. et al. (ed), 2011. Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Instituto
1342 de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília (DF), 2011. Disponível em Disponível em
1343 http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_mudancadoclima_port.pdf
- 1344 Silva, M.A.R. da., 2003. Economia dos Recursos Naturais. *In: Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática.* [May,
1345 P.H., M.C Lustosa, e V. da Vinha (orgs.)]. Editora Campus. Rio de Janeiro, Elsevier, pp.33-60.
- 1346 Stroeve, J.C. et al., 2011. The Arctic’s rapidly shrinking sea ice cover: a research synthesis. Climatic Change, Vol. 110,
1347 No. 3-4, pp. 1005-1027.
- 1348 UN -United Nations, 2000.We the peoples”- the role of the United Nations in the 21st century. UN, New York.
1349 Disponível em <http://www.un.org/millennium/sg/report/ch0.pdf>. Acessado em 20 de novembro de 2012.
- 1350 UNEP - United Nations Environment Programme, 2011a. Decoupling natural resource use and environmental impacts
1351 from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.
1352 [Fischer-Kowalski, M., M. Swilling, E.U. von Weizsäcker, Y. Ren, Y. Moriguchi, W. Crane, F. Krausmann, N.
1353 Eisenmenger, S. Giljum, P. Henricke, P Romero Lankao, A. Siriban Manalang (Org.)]. Disponível em:
1354 http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf Acessado em 7 de
1355 julho de 2011.
- 1356 UNEP - United Nations Environment Programme, 2011b. Green Economy Pathways to Sustainable Development and
1357 Poverty Eradication Disponível em
1358 http://www.unep.org/GreenEconomy/Portals/93/documents/Full_GER_screen.pdf Acessado em 8 de julho de
1359 2011.
- 1360 UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992. Artigo 3. Princípios. Disponível em
1361 <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3996.html>
- 1362 _____, 1997. Implementation of the Berlin Mandate: additional proposals from parties – Addendum – note by
1363 the secretariat. 30 may 1997. FCCC/AGBM/1997/MIS.1/Add.3. Disponível em
1364 <http://unfccc.int/cop4/resource/docs/1997/agbm/misc01a3.htm> Acessado em 20 de novembro de 2012
- 1365 Veiga, J.E e P.M. Valle, 2009. Ética e Emissões Históricas de Gases de Efeito Estufa,.
- 1366 Wagner, G. e R.J. Zeckhauser, 2011. Climate policy: hard problem, soft thinking. Climatic Change DOI
1367 10.1007/s10584-011-0067-z. Disponível em [http://www.edf.org/sites/default/files/11678_climate-policy-hard-](http://www.edf.org/sites/default/files/11678_climate-policy-hard-problem-soft-thinking.pdf)
1368 [problem-soft-thinking.pdf](http://www.edf.org/sites/default/files/11678_climate-policy-hard-problem-soft-thinking.pdf) Acessado em 20 de setembro de 2012.

- 1369 WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen German Advisory Council on
1370 Global Change , 2009. Solving the climate dilemma: The budget approach Special Report. Berlin, Disponível em
1371 http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009_en
1372 [.pdf](#) Acessado em 8 de julho de 2011
- 1373 Young, C.F.F., 2003. Contabilidade Ambiental Nacional: Fundamentos Teóricos e Aplicação Empírica no Brasil. In:
1374 *Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática*. [May, P.H., M.C. Lustosa, e V. da Vinha (org.)]. Editora
1375 Campus. Rio de Janeiro, Elsevier, pp.101-132.
1376
- 1377

1378 2.3. Forças Motrizes, Tendências e Mitigação

1379 2.3.1.Introdução

1380 As mudanças climáticas globais, associadas ao aumento da concentração de gases produzidos pela
 1381 combustão de materiais fósseis e por processos biológicos e industriais, podem tornar a vida na
 1382 Terra insustentável ao final do presente século (IPCC, 2007). Desta forma, um dos grandes desafios
 1383 à humanidade no presente é encontrar formas de expandir a qualidade e a quantidade energia,
 1384 mantendo e ampliando sua sustentabilidade ambiental e econômica, com garantia do uso eficiente
 1385 dos recursos energéticos.

1386 As evidências do impacto da atividade econômica sobre o meio-ambiente se acumularam nos
 1387 últimos 50 anos do século XX e início do XXI. Os efeitos da acumulação de gases de efeito estufa
 1388 (GEE) e suas consequências sobre o clima são uma delas. Do ponto de vista econômico, pode-se
 1389 considerar que o meio ambiente passou de um recurso de uso comum e disponibilidade ilimitada
 1390 para a categoria de bem escasso (Siebert, 2008). O meio ambiente, utilizado como bem público de
 1391 consumo, recurso natural ou receptáculo de resíduos, mostra-se crescentemente tencionado pelas
 1392 atividades humanas. Como esta demanda para diferentes usos parece estar bastante acima da
 1393 disponibilidade e da capacidade de recuperação dos meios físicos, alguns dos usos competitivos
 1394 devem ser reduzidos, eliminados, ou seja, geridos.

1395 A mudança climática pode ser considerada como um complexo problema de externalidade²¹, termo
 1396 utilizado por economistas para caracterizar fenômenos econômicos que repercutem para além dos
 1397 preços de mercado. Do ponto de vista da teoria econômica, a mudança climática pode ser
 1398 considerada uma externalidade ampla, complexa, e com grande incerteza sobre seus efeitos (Tol,
 1399 2009). Isto se deve ao fato de que as origens das emissões de GEE são as mais difusas e variadas
 1400 possíveis, tendo, portanto, forças motrizes associadas praticamente a toda a atividade humana no
 1401 meio ambiente.

1402 Existe uma antiga discussão sobre o efeito do crescimento econômico na degradação ambiental, na
 1403 depleção de recursos naturais e nos determinantes das forças motrizes que aceleram o aquecimento
 1404 global. A discussão das relações entre meio ambiente e economia remete à discussão de “limites” ao
 1405 crescimento econômico. Na década de 1970, o estudo conhecido como “Os Limites do
 1406 Crescimento” (Meadows et al., 1972), patrocinado pelo Clube de Roma, argumentava que o
 1407 crescimento contínuo da economia teria chegado ao extremo e que o mundo estava entrando na “era
 1408 dos limites”, entretanto tais resultados foram contestados por diversos especialistas (e.g. Nordhaus,
 1409 1992). No começo da década de 1990, esta hipótese, da pressão do crescimento econômico sobre o
 1410 meio ambiente, foi retomada no âmbito das mudanças climáticas, especialmente a partir dos
 1411 primeiros relatórios do IPCC.

1412 Com o crescimento das evidências das mudanças climáticas como resultado da ação humana, passa
 1413 a ser relevante buscar para o caso brasileiro as principais fontes históricas de emissões de GEE, e
 1414 entender quais forças motrizes estão nas suas raízes. Como país de renda média, com expectativa de
 1415 se tornar a quinta economia do mundo, o Brasil enfrenta o enorme desafio de propor e cumprir seus
 1416 compromissos voluntários internacionais quanto à mitigação das emissões de GEE. Para ilustrar, o
 1417 cenário de referência utilizado no estudo do Banco Mundial sobre baixo-carbono no Brasil prevê
 1418 um crescimento de 32% nas emissões em 20 anos, o que significa um incremento de um pouco mais
 1419 de 1% ao ano (Gouvello et al., 2010).

²¹ Na teoria econômica, externalidade se refere a um efeito externo da atividade econômica que afeta a decisão (ou custos) de outro agente, e não é intermediada por preços, ou seja, seus custos não são observados pelos agente (Pigou, 1920; Baumol e Oates, 1995).

1420 A diferença entre estes números e a meta brasileira proposta em Copenhagen (UNFCCC, 2009a),
 1421 coloca o desafio de mitigação enfrentado pelo Brasil. Em que pese todos os avanços, ainda não
 1422 está claro, no caso de mitigação de emissões - que inclui não apenas sobre o meio ambiente, mas
 1423 também sobre a economia, sociedade, política, cultura e segurança - como se pode conciliar
 1424 desenvolvimento e sustentabilidade.

1425 No caso do Brasil, apesar da importância das mudanças no uso do solo como fonte de emissões, há
 1426 também um papel relevante de emissões nas atividades produtivas, especialmente no uso de
 1427 combustíveis fósseis e em processos produtivos, como está descrito em estudos que serão
 1428 analisados neste documento. Um tema a ser revisto é a viabilidade e o custo de políticas de redução
 1429 de emissões de GEE na economia brasileira, como limitação e comercialização de certificados de
 1430 emissões ou taxaço de carbono²². Existem poucas estimativas de quais impactos estes mecanismos
 1431 teriam sobre a economia e as emissões de GEE brasileira. Por exemplo, uma política agressiva de
 1432 redução de emissão de GEE poderia representar um entrave à expansão da fronteira agrícola ou ao
 1433 crescimento mais acelerado do PIB, de modo geral.

1434 Mitigação, definida como redução nas emissões de GEE, envolve mudanças na utilização de
 1435 recursos naturais, combustíveis fósseis, uso de energias alternativas, eficiência energética e
 1436 modificações em direção a um padrão de consumo menos intensivo em carbono. Alguns destes
 1437 movimentos podem ser induzidos pelas próprias forças da economia de mercado, uma vez que
 1438 modificações tecnológicas e de preferências dos agentes econômicos passem a levar em
 1439 consideração a necessidade da redução das emissões. Entretanto, diversas condicionantes implicam
 1440 que o mercado pode falhar no encaminhamento dessas mudanças, dados as incertezas, as
 1441 deficiências de informação e os custos envolvidos nesses processos. Assim, abre-se espaço para
 1442 políticas públicas que induzam processos de mitigação de emissões de GEE.

1443 Os itens aqui apresentados buscam identificar estudos que analisem as complexas interrelações das
 1444 causas básicas e próximas das emissões de GEE, com o objetivo de elaborar políticas capazes de
 1445 mitigar as emissões, ao menor custo econômico, social e cultural possível na realidade do século
 1446 XXI. Em vez de supor a simples continuidade de tendências verificadas em décadas passadas,
 1447 procura-se entender a rede causal como base para a escolha de possíveis intervenções eficazes e
 1448 viáveis, levando-se em conta a diversidade regional no Brasil. Assim, serão examinadas as forças
 1449 motrizes que podem ser associadas às emissões de GEE, a tendência futura destas emissões e as
 1450 perspectivas de mitigação no Brasil. O foco é a produção acadêmica sobre estes temas, em especial
 1451 a associação entre fatores socioeconômicos e as emissões de GEE.

1452 **2.3.2. Forças motrizes, tendências e mitigação**

1453 **2.3.2.1. Mudança no uso do solo e florestas**

1454 As emissões decorrentes da mudança do uso do solo e florestas, conforme aponta o Segundo
 1455 Inventário Brasileiro de Emissões (Brasil, 2010) referem-se às emissões e remoções de GEE
 1456 associadas ao aumento ou diminuição do carbono na biomassa acima ou abaixo do solo pela
 1457 substituição de um determinado tipo de uso da terra por outro, como, por exemplo, a conversão de
 1458 uma floresta para agricultura ou pecuária ou a substituição de uma lavoura por reflorestamento.
 1459 Também são consideradas as emissões e remoções pelo uso da terra não submetida a uma mudança,

²² Os mecanismos de *cap and trade* referem-se a uma definição de teto (*cap*) e um mecanismo de comercialização (*trade*) em políticas de controle de poluição. Esse tipo de mecanismo foi adotado em diversos países para problemas de política ambiental distintos. Uma resenha destas experiências está em Stavins (2003). Políticas de taxaço de carbono são propostas de criação de impostos que incidem sobre o conteúdo de carbono de bens e serviços. Não existem muitos exemplos de políticas deste tipo, mas pode ser citada a que foi implementada na Austrália, no início de 2011 (vide Guglyuvatyy, 2010). Alguns autores comparam políticas de *cap and trade* com taxaço de carbono, na tentativa de avaliar a melhor resposta para o problema do aquecimento global (Avi-Yonah e Uhlmann, 2009).

1460 por crescimento ou perda de carbono sob um mesmo tipo de uso, como por exemplo, crescimento
1461 de uma vegetação secundária ou mesmo da vegetação primária em áreas manejadas (Brasil, 2010).

1462 Tendo em vista sua importância para emissões no Brasil, seus determinantes devem ser estudados e,
1463 em princípio, alguns elementos podem ser citados, tais como a expansão da fronteira agrícola, a
1464 modificação de cultivos, a pavimentação de estradas, obras de infraestrutura e ocupação do solo
1465 urbano.

1466 Os fatores determinantes da mudança no uso do solo se associam a diversas causas. Segundo
1467 Gouvello (2010), na Amazônia e no Cerrado, por exemplo, a expansão da fronteira agropecuária
1468 atrelada à construção de novas rodovias e migração, determinam o padrão de desflorestamento das
1469 regiões. Como fator de pressão internacional, o desmatamento é influenciado pelas forças de
1470 mercado, através do efeito nos preços dos produtos da agricultura, da pecuária e de recursos
1471 naturais.

1472 *Fronteira Agrícola e Desmatamento*

1473 As emissões de GEE decorrentes de mudança no uso do solo são a principal fonte de emissões no
1474 Brasil. As estimativas do Segundo Inventário Nacional de Emissões (BRASIL, 2010) apontam que
1475 cerca de 60% das emissões em 2005 se referem a mudança no uso do solo. Uma parte desta
1476 mudança é consequência do desmatamento, e este por seu turno, está associado ao avanço da
1477 fronteira agrícola. Entretanto, o desmatamento muitas vezes está associado à abertura de estradas,
1478 obras de infraestrutura e expansão urbana. A região da Amazônica tem sido um dos principais focos
1479 na questão do desmatamento.

1480 Diversos trabalhos consideram que, nas duas últimas décadas do século XXI o processo de
1481 desmatamento tem sido resultado das decisões econômicas sobre usos alternativos da terra. Esta
1482 nova dinâmica está ligada principalmente ao mercado externo, impulsionada pela rentabilidade das
1483 principais atividades, como a extração madeireira, a pecuária e, nos últimos anos, a agroindústria
1484 (Fearnside, 2003; Margulis, 2003; e Alencar et al., 2004).

1485 A expansão da fronteira agropecuária, neste sentido, é apontada como o principal responsável pelas
1486 emissões do desmatamento e mudanças no uso da terra no Brasil, com destaque para a pecuária
1487 (Chomitz e Thomas, 2001; Margulis, 2003; Fearnside, 2005, Rivero et al., 2009; Barona *et. al.*,
1488 2010; Oliveira Jr. *et al.*, 2010). As fazendas de médio e grande porte são responsáveis por cerca de
1489 70% das atividades de desmatamento (Fearnside, 2005). Chomitz e Thomas (2001) constataram que
1490 mais de 75% das terras desmatadas acabaram sendo utilizadas como pastagens na Amazônia
1491 brasileira. No entanto, evidências recentes indicam que, em termos relativos, a agricultura está se
1492 expandindo a uma taxa maior do que a pecuária (Morton et al., 2006, Mertens et al., 2002;
1493 Kaimowitz et al., 2004). O desmatamento na fronteira agrícola, segundo os autores, foi em média o
1494 dobro do da área para as pastagens, e tal conversão ocorreu muito rapidamente. Mais de 90% das
1495 clareiras para lavouras foram plantadas no primeiro ano após o desmatamento. A expansão do
1496 agronegócio ocorreu notadamente a partir das culturas de soja sobre áreas de pastagens (Alencar et
1497 al., 2004, Laurance et al., 2004).

1498 As queimadas, neste contexto, configuram o primeiro passo para o desmatamento na Amazônia.
1499 Fazem parte do processo de produção e estão associadas à expansão agrícola na região. Contudo, a
1500 utilização do fogo também gera custos tanto em termos econômicos, como ambientais e sociais.
1501 Mendonça et. al. (2004) estimaram os custos relacionados aos incêndios acidentais de pastagens,
1502 perdas de florestas, emissões de carbono e impactos sobre a saúde humana. Os cálculos sugerem um
1503 custo anual variando de US\$ 90 a US\$ 5055 milhões (em 1998), representando 0,2% a 9,0% do
1504 PIB (Produto Interno Bruto) da região Amazônica. A grande variação nos resultados é influenciada
1505 pela mensuração das emissões de CO₂, dadas as incertezas relacionadas às estimativas de estoques
1506 de carbono. O estudo estima a liberação entre 36 a 476 x 10³ Gg de carbono na atmosfera ao ano em

1507 decorrência das queimadas. Defries et. al. (2008), por seu turno, avaliam as emissões decorrentes
 1508 das queimadas para as várias transições no uso da terra em Mato Grosso, nos anos de 2001 a 2005.
 1509 Incêndios associados ao desmatamento contribuíram com emissões da ordem de 67×10^3 Gg de
 1510 carbono ao ano²³ (17 e 50×10^3 GgC/ano a partir da conversão de lavouras e pastagens,
 1511 respectivamente), ao passo que a conversão de savanas e pastagens existentes para lavouras
 1512 liberaram 17×10^3 GgC/ano. Grandes clareiras contribuíram com 67% das emissões, embora
 1513 compreenda apenas 10% dos eventos de desmatamento no Mato Grosso. Segundo os autores,
 1514 portanto, seriam necessários a intensificação da produção (aumento de produtividade por hectare)
 1515 agrícola em áreas já desmatadas e políticas públicas, para desestimular a abertura de grandes
 1516 clareiras e para reduzir as principais fontes de emissões provenientes de incêndios na região.

1517 Números para as emissões históricas decorrentes do desmatamento são apresentados em Fearnside
 1518 (2002), e indicam a predominância do desmatamento como causa principal das emissões líquidas de
 1519 CO₂ na Amazônia brasileira. O efeito de desmatamento no balanço anual de emissões da mudança
 1520 no uso da terra é uma emissão líquida equivalente a 359×10^3 Gg de CO₂ equivalente (CO₂-e),
 1521 enquanto a exploração madeireira acrescenta 62×10^3 Gg de CO₂-e. O crescimento de floresta
 1522 secundária em 1990, por sua vez, absorveu 29×10^3 Gg de CO₂-e, o que equivale a apenas 2,4% da
 1523 emissão total, excluindo hidrelétricas e emissões de pastagens. Fearnside et al. (2009) apresentam
 1524 estimativas mais recentes de emissões derivadas do uso do solo no Brasil. Os autores analisam as
 1525 emissões de GEE derivadas da mudança do uso da terra em Mato Grosso e Rondônia, dois estados
 1526 que são responsáveis por mais da metade do desmatamento na Amazônia brasileira. Além disso, o
 1527 trabalho estima as taxas de desmatamento e emissões no Cerrado, que não tem sido incluída no
 1528 monitoramento do desmatamento no Brasil. A emissão total de Mato Grosso e Rondônia, de
 1529 $56,9 \times 10^3$ Gg de CO₂-e, pode ser comparado com a emissão anual da combustão de combustíveis
 1530 fosseis (aproximadamente 80×10^3 Gg de carbono).

1531 O impacto da expansão da fronteira agrícola do Mato Grosso também foi estudada por Galford et al.
 1532 (2010). Por meio de sensoriamento remoto, o trabalho conclui que áreas de cultivo mais que
 1533 dobraram entre 2001 e 2006 cobrindo cerca de 100.000 km². A conversão de vegetação natural e
 1534 pastagem para cultivos agrícolas, em média, emitiram 179×10^3 Gg CO₂-e/ano, o que
 1535 corresponderia a mais da metade das emissões devido ao uso de combustíveis fósseis do Brasil
 1536 nesse período.

1537 Dentro dessa mesma temática, projeções de um estudo do Banco Mundial (Gouvello, 2010),
 1538 apontaram que o desmatamento responderá pela maior parcela das emissões anuais da mudança no
 1539 uso do solo e florestas até 2030 (acima de 533×10^3 Gg CO₂-e anuais). As emissões decorrentes da
 1540 mudança no uso do solo, considerando a agricultura e a pecuária, aumentam ao longo do período a
 1541 uma taxa anual de 346×10^3 Gg CO₂-e/ano. Em contrapartida, o sequestro de carbono representaria
 1542 apenas 1% nas emissões totais da mudança do uso do solo, sequestrando 29×10^3 Gg CO₂-e/ano,
 1543 caindo para 20×10^3 Gg CO₂-e em 2030. Assim, até 2030, essas projeções sugerem que as emissões
 1544 totais da mudança no uso do solo e florestas crescerão cerca de 25%, alcançando uma taxa anual de
 1545 916 Gg CO₂-e. Outra estimativa pode ser encontrada em Soares-Filho et al. (2006), que através de
 1546 um modelo espacial de desmatamento () conclui que até 2040 o desmatamento projetado poderá
 1547 eliminar 40% dos atuais 5,4 milhões de km² de florestas da Amazônia, liberando até 32×10^6 Gg de
 1548 carbono para a atmosfera, o equivalente a mais de quatro anos das atuais emissões por todo o
 1549 planeta²⁴.

1550 No final de 2009, o governo brasileiro apresentou na COP 15, realizada Copenhague, metas
 1551 nacionais voluntárias de reduções de emissões de GEE até 2020 (reduções entre 36,1% e 38,9% das
 1552 emissões projetadas até 2020), propondo como principal meio, diminuir a taxa de desmatamento da
 1553 Amazônia em 80% nesse período (redução estimada de 564 Gg de CO₂-e em 2020) (UNFCCC,

²³ 1 Gigagrama (Gg) equivale a 10^3 toneladas de carbono.

²⁴ Projeções considerando um cenário *business-as-usual*.

1554 2009a). Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de julho de 2005 a julho de
 1555 2009, o desmatamento declinou 36% em relação a seus níveis históricos (INPE, 2009). Nepstad et
 1556 al. (2009) apontam que, para alcançar essa redução de desmatamento, o Brasil expandiu as áreas
 1557 protegidas na Amazônia de 1,26 para 1,82 milhões de km² e cancelou crédito para proprietários de
 1558 terras ilegais, conjugado a uma certa retração na expansão das atividades agropecuárias na região.
 1559 Ainda de acordo com esse estudo, uma redução do desmatamento na Amazônia, conforme proposto,
 1560 poderia resultar em uma queda de 2 a 5% nas emissões globais de carbono.

1561 No âmbito dessa discussão, Caetano et al. (2011) estimam o saldo líquido de CO₂ decorrente de
 1562 reflorestamento na Amazônia brasileira. Seus resultados indicam que uma meta de emissão de CO₂,
 1563 como proposto pelo governo brasileiro no Acordo de Copenhague, requer uma área de floresta
 1564 estimada de 3,708 mil km² em 2020, exigindo um reflorestamento de 454,037 mil km². Os autores
 1565 sugerem que, embora o crescimento econômico regional possa estimular o ambiente político mais
 1566 favorável, a meta de redução de 38,9% das emissões de carbono até 2020 pode se configurar como
 1567 muito ambiciosa.

1568 Carvalho et al. (2009) analisaram a conversão do Cerrado em terras agrícolas na região sudoeste da
 1569 Amazônia, quantificando o sequestro de carbono do solo, tal qual os fluxos de gases de efeito
 1570 estufa, considerando os sistemas de plantio direto²⁵ (*no-tillage*) e plantio convencional para culturas
 1571 de soja e arroz. Dados os estoques de carbono, as medições indicaram que os solos sobre plantio
 1572 direto tiveram maior fixação de carbono no solo em relação ao Cerrado nativo e aos solos com
 1573 plantio convencional.

1574 No tocante à expansão da fronteira agrícola e ao deslocamento de cultivos no território, é relevante
 1575 considerar ainda as consequências da produção de biocombustíveis (cana-de-açúcar principalmente)
 1576 no País, devido às mudanças que esta pode causar do uso da terra e na realocação de culturas para a
 1577 produção, que poderiam gerar impactos negativos sobre o meio ambiente e as emissões de GEE.
 1578 Spavorek et al. (2008) analisam a expansão da cana-de-açúcar no Brasil entre 1996-2006 e seu
 1579 afeito sobre o meio ambiente. Os resultados indicam que o cultivo da cana não teria contribuído, em
 1580 geral, para o desmatamento direto nas regiões agrícolas tradicionais. A ampliação da produção de
 1581 cana-de-açúcar em regiões como a Amazônia e o Nordeste teria ocorrido a taxas muito menores se
 1582 comparado à produção agropecuária. Nestas regiões não são esperados aumentos significativos
 1583 desta cultura, cuja área de expansão tem sido nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do País.

1584 Pacca e Moreira (2009) analisaram o potencial de mitigação do programa de etanol no Brasil desde
 1585 1975, incluindo os efeitos da mudança no uso da terra. Seus resultados mostraram que a
 1586 neutralização do carbono liberado devido a mudança do uso da terra foi atingido apenas em 1992, e
 1587 o potencial de mitigação máximo do setor produtor de cana-de-açúcar foi de 128 toneladas de CO₂
 1588 por hectare em 2006. As projeções para o setor indicariam que o potencial de mitigação, em 2039,
 1589 corresponderia a 836 tCO₂/ha, o que corresponde a 5,51 kg de CO₂ por litro de etanol produzido.
 1590 Em um segundo estudo, Pacca e Moreira (2012) argumentaram que com apenas 4% da área mundial
 1591 de terras cultiváveis disponíveis seria suficiente para produzir biocombustíveis que alimentariam a
 1592 frota mundial de automóveis.

²⁵ O plantio direto é uma técnica de cultivo na qual se procura manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica. Segundo a Embrapa, plantio direto “é a semeadura de culturas sem preparo do solo e com a presença de cobertura morta ou palha, constituída dos restos vegetais originados de cultura anterior conduzida especificamente para produzir palha e às vezes também para grãos. Geralmente o plantio direto é aplicado no cultivo de sucessões simples, tais como: soja/milheto, soja/milho-safrinha (milho semeado de dezembro até o final de fevereiro), soja/trigo, soja/aveia-preta etc., por vários anos seguidos, não se utilizando, portanto, um sistema organizado de rotação de culturas”. Fonte: Disponível em <http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/500p500r/resposta.php?ID=4>. Acesso em 08 de Março de 2012.

1593 Figueiredo et al. (2010), por outro lado, analisaram a contribuição do sistema de produção e colheita
 1594 de cana-de-açúcar para as emissões de GEE no País, quantificando as emissões de CO₂ decorrentes
 1595 das atividades de duas usinas de cana durante a safra de 2006 e 2007. O estudo mostra que 241 kg
 1596 de CO₂ são liberados para a atmosfera para cada tonelada de açúcar produzido. A maior parte das
 1597 emissões totais (44%) resultou de prática de queima de resíduos, associada à cerca de 20%
 1598 resultantes do uso de fertilizantes sintéticos e de 18% da queima de combustíveis fósseis. Os
 1599 resultados do estudo sugerem que a redução nas emissões de gases do efeito estufa em áreas de cana
 1600 pode ser alcançada com a mudança para um sistema de colheita verde (*green harvest*), isto é, a
 1601 colheita sem queima.

1602 Estimativas dessas mudanças na forma do plantio e/ou colheita da cana-de-açúcar podem ser
 1603 encontrados em Figueiredo e La Scala (2010) e Bayer e Mielniczuk (2000). Figueiredo e La Scala
 1604 (2010) projetam a mudança nas emissões de GEE a partir da conversão de áreas queimadas de
 1605 plantio de cana-de-açúcar em áreas de colheita verde. Os resultados apontam que o uso de
 1606 fertilizantes sintéticos e a queima de resíduos são responsáveis por grande parcela das emissões no
 1607 setor agrícola brasileiro. A estimativa indica, entretanto, que a conversão de áreas queimadas em
 1608 áreas com práticas de colheita verde poderiam evitar emissões da ordem de 310,7 a 1.484,0 kg de
 1609 CO₂-e (este último considerando o sequestro de carbono do solo). Dessa forma, segundo os autores,
 1610 o desenvolvimento da produção de etanol e açúcar no Brasil pode avançar em direção a redução da
 1611 prática de queimadas e do uso de diesel, adotando, além disso, práticas de adubação mais eficientes,
 1612 como o plantio direto.

1613 Bayer e Mielniczuk (2000), por sua vez, analisam os efeitos que sistemas de preparo e sistemas de
 1614 culturas têm sobre a mitigação de emissões de CO₂. A partir de simulações dos estoques de carbono
 1615 orgânico e nitrogênio no solo de alguns sistemas de culturas no sul do Brasil, constatou-se que a
 1616 utilização do plantio direto, associado a sistemas de manejo sem revolvimento do solo e alto aporte
 1617 de resíduos apresentaram efeito positivo na mitigação das emissões de CO₂.

1618 *Valorização de Florestas*

1619 Como resposta ao desmatamento, é comum a argumentação de que a solução seria a valorização e
 1620 proteção de florestas. Existem algumas possibilidades neste sentido, tanto por meio de manejo
 1621 florestal para a produção de madeira, quanto por meio de produtos florestais não madeireiros.

1622 A criação de unidades de conservação (UCs) no Brasil durante a década de 1990 (regulamentada
 1623 pela Lei 9985/00 em 2000) faz parte de políticas adotadas como resposta a alta taxa de
 1624 desmatamento observada na Amazônia no período. Ainda existem controvérsias se de fato as
 1625 unidades de conservação por si só seriam suficientes para mitigar as emissões de GEE no Brasil.
 1626 Isto se deve ao fato de que poucas unidades de conservação não resolveriam o problema, ao passo
 1627 que muitas podem implicar o desmatamento em áreas restantes não protegidas. Conforme aponta
 1628 Fearnside (2003), interesses díspares de diferentes grupos ajudam a explicar a grande quantidade de
 1629 programas e tipos de unidades de conservação na Amazônia. Alguns trabalhos estudam a
 1630 possibilidade da prestação de serviços ambientais na Amazônia. Borner et al. (2007) desenvolveram
 1631 um modelo bioeconômico para avaliar os efeitos de vários tipos políticas sobre serviços ambientais
 1632 prestados no região Bragantina, na Amazônia Brasileira. O programa piloto de particular interesse
 1633 no estudo foi o Proambiente²⁶, que usa esquemas de pagamento a pequenos produtores para
 1634 incentivá-los a gerir os recursos da terra e da floresta de forma sustentável. Os resultados sugerem
 1635 que a agricultura leva a uma redução de serviços ambientais prestados pelos agricultores,

²⁶ Segundo o Ministério do Meio Ambiente, “ o Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural (Proambiente) tem como objetivo promover o equilíbrio entre a conservação dos recursos naturais e produção familiar rural, por meio da gestão ambiental territorial rural, do planejamento integrado das unidades produtivas e da prestação de serviços ambientais”. Fonte: Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?id=conteudo.monta&idEstrutura=33> Acesso em 14 de Fevereiro de 2012.

1636 principalmente considerando a manutenção de florestas secundárias, uma vez que as atividades
1637 agrícolas ainda apresentam maior rentabilidade. Ainda assim, verificou-se um aumento de áreas de
1638 conservação em decorrência dos pagamentos por serviços ambientais. A partir da mesma
1639 metodologia, Vosti et al. (2003), mostraram que a retirada sustentável de produtos madeireiros por
1640 pequenos proprietários rurais também poderia reduzir o desmatamento, embora as áreas de clareira
1641 não se modificassem significativamente.

1642 Na região Amazônica, os esforços para colocar em prática o manejo florestal comunitário obtiveram
1643 resultados apenas modestos, segundo alguns estudos. Pokorny e Johnson (2008) e Medina et al.
1644 (2008) analisam diferentes comunidades na Amazônia²⁷, algumas negociando os direitos de
1645 extração da madeira com empresas madeireiras e outras recebendo apoio de agências de
1646 desenvolvimento para manejo florestal comunitário. No período de 2005 a 2008, quase todas as
1647 comunidades teriam negociado informalmente os direitos de extração de madeira com madeireiros,
1648 em razão da maior renda auferida com a prática, se comparado ao manejo florestal. Assim, em
1649 contraste, menos de 2% participaram de iniciativas de manejo florestal comunitário. Custos
1650 elevados (entre US\$ 25.000 a US\$ 377.000 por comunidade), falta de conhecimento técnico e
1651 retorno financeiro relativamente baixo, mesmo com agências de desenvolvimento subsidiando o
1652 sistema, foram algumas das razões apontadas pelo estudo para o relativo fracasso do projeto
1653 (Medina et al., 2008).

1654 A superação destes obstáculos, segundo Pokorny e Johnson (2008), deve começar a partir do
1655 incentivo de práticas desenvolvidas localmente, com ênfase na educação e extensão. O acesso das
1656 comunidades a áreas de florestas públicas também deveria ser ampliado, conjugado a investimentos
1657 adequados em infraestrutura, formação e equipamento. Análise semelhante foi feita para
1658 comunidades no estado do Acre (Drigo et al., 2009). A percepção negativa em termos dos direitos
1659 de propriedade econômica e legais sobre terras florestais desempenhariam um papel crucial na não
1660 adesão a projetos de manejo florestal comunitário. As diferentes percepções sobre o valor da
1661 floresta entre agricultores tradicionais, seringueiros e uma nova geração de seringueiros vivendo
1662 dentro das Reservas Extrativistas, teriam criado dificuldades no âmbito desses projetos. A
1663 dependência em relação a ONGs e a financiamentos, aliada à falta de organização interna e
1664 requisitos de qualidade e produtividade, seriam dificuldades encontradas pelas comunidades locais
1665 nos projetos de manejo.

1666 *Redução das Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)*

1667 Os mecanismos de Redução das Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)
1668 surgiram nas discussões do SBSTA (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice) da
1669 UNFCCC, em 2006. A SBSTA analisou possíveis políticas e incentivos para reduzir as emissões de
1670 desmatamento em países em desenvolvimento e tratou de questões científicas, socioeconômicas e
1671 metodológicas no que concerne às florestas tropicais e o ciclo do carbono, visando ao objetivo
1672 principal da Convenção do Clima (Holloway e Giandomenico, 2009).

1673 Assim, por este mecanismo (REDD), países em desenvolvimento com florestas tropicais que se
1674 dispusessem a implantar e comprovassem programas de redução de emissões de GEE resultantes do
1675 desmatamento e da degradação florestal poderiam obter incentivos positivos ou compensações
1676 financeiras. Na sua essência, o mecanismo tem como objetivo mudar as estruturas de incentivo em
1677 favor da proteção das florestas. Mais tarde, em 2008, pressões de países, como a Índia, levaram à
1678 concepção do *REDD plus* (REDD+) que garante que a conservação, gestão sustentável de florestas
1679 e o incremento dos estoques de carbono nas florestas tenham a mesma importância que a redução
1680 do desmatamento e da degradação de florestas nas negociações relacionadas aos projetos REDD
1681 (Holloway e Giandomenico, 2009).

²⁷ As áreas de estudo compreenderam quatro comunidades no Brasil, duas no Peru e duas na Bolívia.

1682 As propostas do REDD podem ser entendidas a partir de quatro referenciais básicos, sendo eles o
1683 escopo, o nível de referência, a distribuição e o financiamento. O escopo refere-se às atividades que
1684 são elegíveis para a geração de redução de emissões. O nível de referência, por sua vez, define o
1685 cenário *benchmark* (histórico ou projetado) em relação ao qual reduções de emissões futuras podem
1686 ser mensuradas e potencialmente recompensadas. É utilizado também para determinar a
1687 adicionalidade²⁸ de uma determinada atividade. A distribuição diz respeito à forma pelo qual os
1688 benefícios das reduções de emissões serão distribuídos ou alocados aos países com florestas
1689 tropicais, mas que não são diretamente beneficiados pelo mecanismo do REDD. Por fim, as fontes
1690 de financiamento levam em conta os recursos que seriam usados para incentivar reduções de
1691 emissões dentro do escopo do mecanismo (Parker et al., 2008).

1692 Segundo May e Millikan (2010), apesar das previsões e iniciativas para a redução das emissões
1693 brasileiras, os projetos de MDL, bem como os programas e a legislação brasileira, deram passos
1694 tímidos em direção à redução do desmatamento no Brasil. O Protocolo de Quioto não incluiu a
1695 conservação de florestas, ou medidas que evitem a sua degradação, como atividades geradoras de
1696 crédito de carbono. Ao contrário do MDL, o REDD permitiria a remuneração pela manutenção da
1697 “floresta em pé”, ou seja, sob certas condições os proprietários (ou ocupantes) de áreas florestas
1698 poderiam ser remunerados pela não utilização econômica dessas áreas. Por essa razão, tem sido
1699 bastante discutida a remuneração do carbono fixado em florestas nativas como um novo
1700 instrumento de mitigação da emissão de GEE (Schmid e Acevedo, 2009).

1701 Dada a crescente discussão em torno da diminuição do desmatamento e das emissões de carbono
1702 que poderiam ser evitadas com a manutenção das florestas em pé, adotou-se, em 2007, durante a
1703 13ª. Conferência das Partes (COP13)²⁹, o objetivo de que os países deveriam travar a perda de
1704 cobertura de florestas nos países em desenvolvimento até 2030 e reduzir o desmatamento bruto
1705 desses países em 50% até 2020, comparado aos níveis de 2007 (Holloway e Giandomenico, 2009).

1706 O acordo de Copenhague (COP-15) também reconheceu a importância deste mecanismo e a
1707 necessidade de promover incentivos para financiar tais ações nos países em desenvolvimento
1708 (UNFCCC, 2009b). Foi acordado que o compromisso coletivo dos países desenvolvidos seria o de
1709 fornecer recursos novos e adicionais para o financiamento de ações para reduzir emissões de
1710 desmatamento e degradação ambiental (REDD+), adaptação, desenvolvimento e transferência de
1711 tecnologia. Uma das recomendações sobre como o mecanismo deveria funcionar foi o engajamento
1712 pleno e efetivo dos povos indígenas e comunidades locais, além do reconhecimento da importância
1713 destas atividades sobre o manejo sustentável das florestas e preservação da biodiversidade
1714 (UNFCCC, 2009b).

1715 A primeira iniciativa no estilo dos projetos REDD, estabelecido no Parque Nacional Noel Kempff
1716 Mercado (região norte da Bolívia), é uma parceria entre o governo da Bolívia, organizações
1717 filantrópicas bolivianas e norte-americanas para a conservação e três empresas internacionais. Entre
1718 1997 a 2005, com a redução das queimadas agrícolas e desenvolvimento de programas de renda
1719 alternativos, o projeto teria evitado a emissão de 1000 Gg CO₂-e em 634.000 hectares³⁰. As
1720 atividades do projeto incluem reflorestamento e o desmatamento evitado além de um financiamento
1721 de longo prazo e plano de manejo do parque.

1722 Alguns trabalhos analisam o impacto da adoção de REDD no Brasil. É o caso de Borner et al.
1723 (2010), que mostram as possibilidades da aplicação de pagamentos de serviços ambientais como os

²⁸ Segundo o princípio da adicionalidade, no âmbito da UNFCCC, “...as reduções devem ser adicionais àquelas que ocorreriam mesmo na ausência da atividade certificada do projeto” (Pereira & May, 2003), ou seja, reduções obtidas adicionalmente ao que se observaria sem a atuação do projeto.

²⁹ Realizada em 2007, em Bali, Indonésia.

³⁰ Não foi encontrado trabalho em publicação acadêmica sobre esse projeto. Estes resultados se baseiam em estudo de Marshall et al. (2009), publicado pela The Nature Conservancy, disponível em www.cbd.int/forest/doc/noel-kempff.pdf. Acesso em 19 de Novembro de 2012.

1724 REDD, na Amazônia brasileira. Os autores sugerem que sob as condições econômicas em vigor, é
 1725 possível pagar para se evitar o desmatamento em mais da metade das florestas ameaçadas nas
 1726 próximas décadas. Entretanto, o mesmo otimismo não se aplica, quando se considerada os aspectos
 1727 institucionais. A grilagem de terra, a insegurança da posse, a sobreposição de pedidos e a falta de
 1728 informações sobre a posse de particulares, constituem alguns dos impedimentos da efetivação de
 1729 REDD no médio prazo. Outra conclusão do trabalho é que regimes que se alinham com os preceitos
 1730 de custo de oportunidade são preferíveis em termos de custo-efetividade, e não necessariamente
 1731 comprometem a questão da equidade. Porém, conforme apontam os autores, os sistemas de
 1732 pagamentos por serviços ambientais (PSA) não podem substituir os sistemas de comando e
 1733 controle, uma vez que o primeiro depende do segundo para garantir um sistema básico de
 1734 governança.

1735 Nessa mesma linha, Ezzine-de-Blas et al. (2011) ponderam a respeito das possibilidades da
 1736 implementação de REDD na Amazônia brasileira. Com base em evidências de um estudo de caso
 1737 de assentamentos de reforma agrária e na análise regional de custos de oportunidade na Amazônia,
 1738 o trabalho discute as implicações potenciais sobre bem-estar e equidade. Embora os resultados
 1739 mostrem uma considerável escala econômica para projetos baseados em REDD, a existência de
 1740 limitações de uso de direitos legais, juntamente com a distribuição geográfica desigual de reservas
 1741 florestais entre os assentamentos, mostra que menos da metade dos assentamentos (os mais pobres)
 1742 serão capazes de obter ganhos econômicos.

1743 O estudo “Economia do Clima no Brasil: custos e oportunidades” (EMCB, 2010) avalia os custos
 1744 de oportunidade do desmatamento, propondo como um instrumento do tipo REDD poderia ser
 1745 implementado no Brasil em termos de incentivos econômicos. As estimativas se baseiam em dois
 1746 estudos (Strassburg, 2009; Nepstad et al., 2007) e apontam um custo de oportunidade médio de US\$
 1747 1.000 por hectare favorável à agricultura, em detrimento da floresta Amazônica. Por outro lado, o
 1748 estudo também propõe que um preço médio de REDD na Amazônia, superior a US\$ 3/t de carbono
 1749 (aproximadamente US\$ 450/ha) desestimularia efetivamente grande parte das criações de gado,
 1750 exceto as mais lucrativas (de 15 a 30% do total).

1751 Boyd et al. (2007) também avaliam os impactos socioeconômicos de um conjunto de projetos de
 1752 mitigação de carbono com base florestal, propostos no âmbito do MDL, para Brasil e Bolívia. Dos
 1753 quatro projetos estudados, três estão localizados em áreas de fronteira, onde existem pressões
 1754 consideráveis para a conversão de floresta em pé para a agricultura. Nesse sentido, projetos de
 1755 mitigação têm um papel importante a desempenhar na região. Os resultados sugerem, no entanto,
 1756 que todos os projetos têm experimentado processos complicados de implementação e execução,
 1757 devido, por exemplo, à falta de comunicação, objetivos sociais não definidos e limitada aceitação
 1758 local na fase de implementação.

1759 Uma alternativa estudada para a redução das emissões de desmatamento são os fundos específicos
 1760 criados para esse fim. O Fundo Amazônia³¹, gerenciado pelo BNDES, recebe apoio de países como
 1761 a Noruega, e pode constituir uma das principais iniciativas de financiamento da mitigação no Brasil.
 1762 Ainda não existe na literatura estudos ou avaliações da efetividade e da aplicação de recursos do
 1763 Fundo Amazônia. O BNDES publicou em 2010 um relatório de discussões de especialistas sobre o
 1764 mesmo³².

³¹ Vide Disponível em http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt. Segundo esse site do governo brasileiro, “...como forma de obter recursos para incentivar a preservação da floresta, o FUNDO AMAZÔNIA teve sua criação autorizada, em 1o de Agosto de 2008, com o objetivo central de promover projetos para a prevenção e o combate ao desmatamento e também para a conservação e o uso sustentável das florestas no bioma amazônico”

³² Disponível em: http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Amazonia_em_debate_.pdf Acesso em 11 de Novembro de 2012.

1765 **2.3.2.2. Atividades produtivas**

1766 Uma importante força motriz de emissões são as atividades produtivas que utilizam insumos
 1767 energéticos (combustíveis fósseis) e geram emissões diretamente a partir desse uso e, indiretamente,
 1768 pela sua própria especificidade produtiva. Estas últimas podem ser definidas como emissões pelo
 1769 processo produtivo ou industrial e tendem a ser mais expressivas do que as emissões derivadas do
 1770 uso de combustíveis para a pecuária, por exemplo. A própria capacidade de mitigação de emissões
 1771 está relacionada às especificidades setoriais e suas tecnologias de produção.

1772 Além dos aspectos setoriais, condicionantes macroeconômicos e estruturais determinam o ritmo de
 1773 expansão das emissões de GEE no Brasil. Por exemplo, uma trajetória futura de crescimento mais
 1774 acelerado, com maior investimento, nitidamente intensivo em energia e insumos para o setor da
 1775 construção civil, afetará o ritmo de crescimento das emissões de GEE.

1776 A observação dos dados mais recentes de emissões de GEE permite traçar um quadro resumido
 1777 destas emissões associadas a atividades produtivas no Brasil (excluindo as emissões do
 1778 desmatamento e uso do solo). Os dados apresentados se baseiam nas informações do Balanço
 1779 Energético e do Inventário Brasileiro de Emissões. As emissões derivadas do uso de combustíveis
 1780 foram obtidas do Balanço Energético Nacional 2005³³, a partir de um aplicativo desenvolvido pela
 1781 revista Economia & Energia. As emissões foram associadas a 11 combustíveis: Petróleo e Gás,
 1782 Carvão Metalúrgico, Lenha e Carvão Vegetal, Carvão Mineral, Bagaço de Cana, GLP (Gás
 1783 Liquefeito de Petróleo), Gasolina, Álcool, Óleo Combustível, Óleo Diesel e Outros Produtos do
 1784 Refino. A tabela 2.3.1 resume estes dados de emissões pelo uso de combustíveis no Brasil³⁴.

1785 Outra forma importante de emissões são as associadas ao processo produtivo dos setores. Estas se
 1786 caracterizam por não serem associadas ao uso de combustíveis fósseis, mas à atividade produtiva
 1787 diretamente. Por exemplo, as emissões de metano dos rebanhos são classificadas como emissões
 1788 pelo processo produtivo do setor pecuário. O Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas
 1789 de Gases de Efeito Estufa (Brasil, 2010) é a base de dados oficial do Brasil para estas informações,
 1790 descritas setorialmente na Tabela 2.3.2. Os setores de Pecuária e Pesca, Agricultura e Outros
 1791 representam as maiores fontes de emissão nessa categoria. A atividade da pecuária por si só
 1792 representa mais da metade das emissões derivadas da atividade produtiva no Brasil.

1793 **TABELA 2.3.1. Emissões associadas ao uso de combustíveis pelas atividades econômicas no Brasil (ano base**
 1794 **2005)**

| Fonte de emissão | Emissão (Gg CO ₂ -e) | Part. |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|
| Petróleo e Gás | 29830 | 6% |
| Carvão Metalúrgico | 12382 | 3% |
| Lenha e Carvão Vegetal | 95625 | 20% |
| Carvão Mineral | 32389 | 7% |
| Bagaço de Cana | 71231 | 15% |
| GLP | 18628 | 4% |
| Gasolina | 41469 | 9% |
| Óleo Combustível | 21141 | 4% |
| Óleo Diesel | 100219 | 21% |
| Álcool | 20624 | 4% |
| Outros Refino Petróleo | 39794 | 8% |
| Uso de combustíveis | 483332 | 100% |

1795 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Balanço Energético

1796

³⁴ O setor energético voltará a ser discutido na subseção Energia.

1797 **TABELA 2.3.2. Emissões associadas ao processo produtivo no Brasil (ano base 2005)**

| Atividade | Emissão (Gg CO₂-e) | Part. |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Pecuária e Pesca | 332515 | 53% |
| Agricultura e Outros | 222697 | 36% |
| Produtos Químicos | 22369 | 4% |
| Petróleo e Gás | 14375 | 2% |
| Cimento | 14349 | 2% |
| Transmissão e Distribuição de Eletricidade e Outros Urbanização | 9825 | 2% |
| Outros Produtos Minerais Não Metálicos | 8449 | 1% |
| Transportes | 7638 | 1% |
| Emissões por Atividade Produtiva | 624580 | 100% |

1798 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Inventário Brasileiro e Balanço Energético.

1799 **2.3.2.3. Energia**

1800 A expansão da oferta de energia na economia brasileira, mais especificamente a composição da
1801 matriz energética, tende a ser um elemento preponderante das emissões de GEE. O Brasil é
1802 reconhecido por ter uma matriz energética “limpa”, ou seja, de baixo conteúdo de emissões de GEE
1803 (Brasil, 2010). Entretanto, a expansão da oferta energética, conforme planejamento de longo prazo
1804 pode alterar estas características. Adicionam-se, ainda, as perspectivas de exploração da camada de
1805 “pré-sal”, que podem ter impactos significativos sobre a matriz energética brasileira, tornando-a
1806 mais intensiva em combustíveis fósseis, e em consequência com maiores emissões de GEE. Assim,
1807 devem ser revisados estudos que abordam as questões relativas a tendências tecnológicas no uso de
1808 fontes energéticas, eficiência energética e o planejamento energético do Brasil.

1809 O Brasil apresenta das mais baixas taxas de emissões em relação ao PIB do mundo, quando se
1810 analisam as emissões decorrentes do uso de energia. Contudo, conforme aponta La Rovere et al.
1811 (2006), houve, durante os anos 1990, uma forte penetração de combustíveis fósseis na matriz
1812 energética brasileira. Isto decorreria da reestruturação do setor elétrico, especialmente após a crise
1813 de fornecimento de energia de 2000/2001, que tem sido direcionado para a construção de novas
1814 plantas termelétricas, com o objetivo de garantir a segurança no fornecimento de energia.

1815 Assim, tecnologias que não exigem alto investimento inicial e que têm um retorno mais rápido são
1816 favorecidas, como é o caso das usinas termelétricas de gás natural. Além disso, tem havido
1817 obstáculos à construção de usinas hidroelétricas, principalmente associadas a dificuldades em obter
1818 licenças ambientais, o que acabou por reduzir a participação desta fonte de energia na matriz
1819 energética (de 81% em 1990 para 70% em 2000, no que diz respeito ao potencial instalado). Como
1820 consequência, houve um aumento das emissões de CO₂ pelo uso de energia (La Rovere et al, 2006).
1821 Viola (2009) também aponta que as emissões derivadas da produção e consumo de energia têm
1822 mostrado um relativo aumento nos últimos anos do século XXI, especialmente em razão do
1823 aumento no consumo de óleo diesel, da maior participação de combustíveis fósseis na matriz
1824 energética e aumento das atividades no setor de refino de petróleo.

1825 Uma questão a ser destacada é tendência de exploração da camada de pré-sal brasileira e seus
1826 impactos potenciais sobre as emissões do setor de petróleo e gás natural, particularmente. Neste
1827 contexto, está o estudo de Mendes e Rodrigues Filho (2012), cuja análise das emissões fugitivas³⁵

³⁵ Emissões fugitivas estão ligadas as liberações intencionais ou não intencionais de gases oriundos de atividades antrópicas, a partir de processos de produção, processamento, transmissão, estocagem e uso de combustíveis, e incluem as emissões de combustão apenas onde estas não apoiam uma atividade produtiva (exemplo, combustão de gás natural em instalações de produção de petróleo) (Mendes e Rodrigues Filho, 2012).

1828 do setor de petróleo e gás natural, aponta para uma dinâmica de crescimento das emissões do setor
1829 com a exploração do pré-sal.

1830 Schaeffer et al. (2000) analisam as opções para atender a demanda de energia até de 2015, a partir
1831 de três cenários: cenário de tecnologias avançadas, cenário de controle ambiental e cenário de
1832 redução de carbono. As simulações consideraram variáveis como taxas de emissões, custos de
1833 novas tecnologias, eficiência e oferta de energias limpas. Os resultados indicam que as emissões de
1834 GEE continuam relativamente baixas em quase todos os cenários. No cenário de referência, embora
1835 as emissões de CO₂ tendam a mais do que quadruplicar até 2015, em termos absolutos, as emissões
1836 continuam baixas sob os cenários analisados. No cenário de tecnologia avançada, a energia eólica
1837 poderá ser mais econômica e substituir a geração a diesel em locais remotos, reduzindo, assim, as
1838 emissões de enxofre e carbono no processo. Um grande potencial é também observado na produção
1839 de energia elétrica com base no bagaço de cana e produção de álcool etílico para uso automotivo,
1840 tornando-se uma opção sustentável de geração de energia. Em todos os cenários analisados, a
1841 conservação de energia elétrica atrelado ao aumento da eficiência tem um papel econômico
1842 importante, deslocando nova capacidade e ao mesmo tempo reduzindo a poluição local e as
1843 emissões de gases do efeito estufa.

1844 Goldemberg (2007) também faz proposições acerca dos rumos do setor elétrico nacional, com base
1845 em uma análise apenas descritiva e qualitativa da matriz energética brasileira. Segundo o autor, o
1846 estímulo ao uso mais eficiente de energia configura-se como uma das maneiras mais efetivas de se
1847 reduzir custos e os impactos ambientais locais e globais, e uma transição para energias mais
1848 renováveis também deve ser considerada. A utilização de biomassa, por exemplo, além de ser
1849 comercialmente competitiva com as outras fontes de combustíveis fósseis, é ambientalmente mais
1850 limpa, renovável e teria um potencial de geração de empregos maior.

1851 Alguns trabalhos analisam as oportunidades no âmbito das energias renováveis. McNish et al.
1852 (2009), por exemplo, avaliam as oportunidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
1853 de projetos de geração de eletricidade a partir do bagaço de cana. A análise indica que os projetos
1854 proporcionam aos investidores dos países pertencentes ao Anexo 1 meios economicamente viáveis
1855 para se atingir as reduções de emissões de GEE. A análise também confirma que este mercado de
1856 compensações é robusto e competitivo e vem se fortalecendo no âmbito do MDL.

1857 Soares e Tolmasquim (2000) abordam a questão da conservação de energia dentro da indústria do
1858 cimento, que se caracteriza pelo consumo intensivo de energia ao longo de sua fase de produção e
1859 que, juntamente com a calcinação de suas matérias-primas, torna-se responsável por significativas
1860 emissões de GEE. As perspectivas de crescimento neste setor no Brasil indicam crescente demanda
1861 por combustíveis fósseis, com conseqüente aumento das emissões. O artigo apresenta perspectivas
1862 para a conservação de energia na indústria brasileira de cimento, até 2015, levando em conta a
1863 introdução de novas tecnologias de produção, o uso de resíduos e combustíveis de baixa qualidade,
1864 o uso de cogeração, dentre outras medidas. Os resultados encontrados, a partir de um modelo
1865 econômico de simulação, indicam que em todos os cenários seria possível reduzir
1866 significativamente o consumo de energia e emissões para a indústria brasileira de cimento. O nível
1867 de redução seria fortemente influenciado pela parcela de materiais cimentícios utilizados, o que
1868 reduz as emissões devido à descarbonização das matérias-primas. Por outro lado, a utilização de
1869 resíduos e combustíveis de baixa qualidade aumenta o nível de emissões.

1870 Tolmasquim e Machado (2003), por sua vez, analisam até que ponto o uso de energia e as emissões
1871 de CO₂ na década de 1990 foram influenciados pelas mudanças na especialização produtiva da
1872 economia brasileira, no sentido de uma combinação de alta intensidade energética. O estudo mostra
1873 que o Brasil exportou, em termos líquidos, quantidades significativas de energia e de carbono
1874 incorporado em produtos comercializados com o resto do mundo naquela década. De acordo com os

1875 autores, 6,6% da energia final utilizada pelo setor industrial e cerca de 7% de suas emissões de
1876 carbono foram decorrentes, direta e indiretamente, do comércio internacional no período.

1877 2.3.2.4. Transportes

1878 Não se pode deixar de levar em conta o fato estrutural de que o Brasil se estende por 8,5 milhões de
1879 quilômetros quadrados, comparável aos Estados Unidos (sem o Alasca), menor apenas que Rússia,
1880 China e Canadá. Esta extensão, com densidade demográfica relativamente baixa, implica grande
1881 necessidade de transporte interestadual e interurbano per capita. O transporte é predominantemente
1882 rodoviário e aéreo, que exige mais energia que o transporte fluvial, marítimo ou ferroviário. Ainda
1883 que o padrão de assentamento esteja historicamente concentrado perto do litoral, a significativa e
1884 crescente dispersão atual rumo ao interior do país implica longas distâncias médias de transporte de
1885 bens e pessoas, com papel relevante nas emissões de GEE.

1886 Além disso, o relativo isolamento do Brasil no hemisfério sul implica a necessidade de transporte
1887 intercontinental e inter-hemisférico de suas importações provenientes de fornecedores ou suas
1888 exportações destinadas a compradores importantes ao redor do mundo, especialmente na América
1889 do Norte, Europa, Ásia e América do Sul. O crescimento urbano também impacta as emissões
1890 decorrentes do transporte nas cidades. Os congestionamentos do trânsito nas grandes cidades
1891 brasileiras resultam em maiores emissões do que se o trânsito fluísse bem. Ao mesmo tempo, o
1892 padrão de assentamento urbano e periurbano em domicílios individuais ou prédios de poucos
1893 andares pode implicar dispersão e maior necessidade de transporte individual de grandes distâncias,
1894 inclusive para o acesso a centros urbanos. Existem poucos estudos específicos para a relação entre
1895 urbanização, transportes e emissões de GEE no Brasil. Ferreira (2011)³⁶ analisou a relação entre
1896 transportes e mudanças climáticas, com foco no transporte urbano e de longa distância, de cargas e
1897 passageiro. Embora sem utilizar de bases de dados específicas ou modelo formal, o estudo aponta
1898 para a relação entre o controle de emissões de GEE e os efeitos benéficos sobre a saúde humana.
1899 Conclui sugerindo “a implantação de políticas de mitigação intersetoriais, integradas e de longo
1900 prazo, que considerem as avaliações de co-benefícios à saúde e ao desenvolvimento sustentável
1901 durante os processos de tomada de decisão”.

1902 Sobre os transportes e sua contribuição para as emissões de GEE, Ribeiro et al. (2007) mostram
1903 alguns dados que evidenciam sua preponderância para geração de GEE e emissões locais. Para os
1904 autores, o transporte depende predominantemente do petróleo, que abastece 95% do total da energia
1905 utilizada pelo transporte do mundo. Em 2004, por exemplo, o setor de transportes foi responsável
1906 por 23% das emissões mundiais de GEE, com cerca de três quartos provenientes de veículos
1907 rodoviários e as emissões do setor têm aumentado a um ritmo mais rápido do que qualquer outro
1908 setor de energia. (IEA, 2006). Segundo os autores, análise recente da Agência Internacional de
1909 Energia (AIE) estima que a quota de biocombustíveis para transporte pode aumentar para cerca de
1910 10% em 2030. São previstas, assim, reduções nas emissões GEE do etanol provenientes da cana-de-
1911 açúcar no Brasil, em comparação com a gasolina. Estas reduções resultam da natureza
1912 relativamente eficiente de utilização do bagaço (os talos de celulose e folhas) assim como do
1913 processo de energia e de processamento.

1914 Tais conclusões são ainda reforçadas por outros estudos. Estudo da EPA (Environmental Protection
1915 Agency – EUA), por exemplo, mostra que o etanol brasileiro proveniente da cana-de-açúcar reduz
1916 as emissões de GEE em 61% se comparado à gasolina, podendo ser classificado como “*advanced*
1917 *ethanol*” (EPA, 2010).

1918 Macedo et al. (2008), por sua vez, apresentam um balanço energético e de emissões de GEE na
1919 produção e uso do etanol a partir da cana-de-açúcar ao longo de 2005-2006 e também um cenário

³⁶ Disponível em <http://www.interfacehs.sp.senac.br/index.php/ITF/article/viewFile/194/198> Acesso em 15 de fevereiro de 2012.

1920 para 2020. Os resultados apontaram que as emissões totais de GEE decorrentes da produção de
 1921 etanol anidro foram de 436 kg CO₂-e/m³ em 2005/2006, decrescendo para 345 kg CO₂-e/m³ no
 1922 cenário para 2020. As emissões evitadas de 2005/2006 com a utilização de etanol anidro e seus
 1923 coprodutos foram da ordem de 2.323 kg CO₂-e/m³. Em 2020, o cenário de uso do etanol hidratado
 1924 em veículos *flex fuel* poderia representar uma economia de emissões de 2.589 kg CO₂-e/m³. Para o
 1925 etanol anidro, usado nas misturas com gasolina (25%), o total de emissões evitadas seria de 2.930
 1926 kg CO₂-e/m³.

1927 Martinelli et al. (2010) compara as emissões evitadas pelo uso de etanol no Brasil em relação às
 1928 emissões causadas pelo uso de combustíveis fósseis. As emissões evitadas de CO₂ no Brasil devido
 1929 à utilização do etanol variaram entre 9.000 a 12.000 Gg de CO₂, em 2008. Esses valores
 1930 correspondem a duas vezes as emissões de carbono em solos cultivados de cana-de-açúcar e que
 1931 sofreram queima para a colheita. Em relação ao uso de combustíveis fósseis, as emissões evitadas
 1932 pelo uso do etanol equivalem a 20 e 30% das emissões de carbono associadas ao uso de gasolina e
 1933 diesel no setor de transporte, e aproximadamente 10% da utilização total de combustíveis fósseis no
 1934 país. Essa análise sugere que as emissões evitadas de etanol são relativamente importantes dentro
 1935 do setor de transportes, ainda que incipiente se comparado as emissões de combustíveis fósseis
 1936 totais no Brasil.

1937 Estimativas de La Rovere et al. (2006) concluem que para o setor de transporte, de acordo com um
 1938 cenário normal (BAU-*Business as Usual*), as emissões de GEE poderiam crescer cerca de 130% até
 1939 2020, se comparado ao cenário base em 2000. No cenário em que são implementadas políticas
 1940 previstas no setor de transporte (tecnologia *flex fuel*, programa CONPET, por exemplo), as emissões
 1941 estimadas em 2020 seriam 18% menores, em relação ao ano 2000.

1942 Assim, parece haver um consenso sobre o elevado potencial de mitigação de GEE nos transportes,
 1943 em decorrência do uso de biocombustíveis. Conforme Hohne et al. (2008) as emissões totais no
 1944 Brasil poderiam ser reduzidas em até 14%, em 2020, sob o cenário BAU (que corresponde a um
 1945 aumento de 6% em relação aos níveis de 2005), decorrente da substituição de combustíveis fósseis.
 1946 Essa redução seria liderada pelo setor de transportes (164 Gg CO₂-e), seguido pelo setor energético
 1947 (120 Gg CO₂-e) e por último pelo setor industrial (59 Gg CO₂-e).

1948 O uso de biocombustíveis, especialmente etanol, no Brasil, tem passado por uma série de
 1949 problemas. As oscilações de preço e de fornecimento do etanol têm levado consumidores a utilizar a
 1950 gasolina como combustível nos carros *flex-fuel*. Alguns estudos apontam a falta de investimentos
 1951 na expansão da produção do etanol (plantio, colheita e processamento) como causa desse processo.
 1952 Vale lembrar que as perspectivas de produção de petróleo e derivados a partir da exploração do pré-
 1953 sal poderiam diminuir o preço relativo dos combustíveis fósseis, e reduzir a utilização do etanol
 1954 domesticamente. Este efeito tende a ser evitado se a demanda mundial por petróleo e derivados
 1955 permanecer crescente, forçando o preço destes produtos para cima. Esses aspectos merecem ser
 1956 mais bem estudados.

1957 Um setor pouco citado em relação à contribuição de transportes para emissões de GEE é o aéreo.
 1958 Simões e Schaeffer (2005), dentro deste contexto, apresentam um inventário de emissões de CO₂
 1959 causadas por atividades aéreas no Brasil e estimam uma projeção de tendência até 2023, indicando
 1960 o progresso destas emissões, principalmente devido à expansão do setor no País. Ademais, o artigo
 1961 propõe oito possíveis estratégias de mitigação. Estima-se que a implementação conjunta de todas
 1962 essas estratégias, dentro da projeção de um cenário-base de sustentabilidade (uso de fontes de
 1963 energia renováveis, desenvolvimento social, econômico e tecnológico) poderia resultar em uma
 1964 redução anual das emissões de CO₂ em até 28,5% (em comparação com a projeção de tendência
 1965 para 2023). Também se estima que as emissões evitadas pela execução conjunta das alternativas de
 1966 mitigação analisadas podem chegar a 82 x 10³ Gg de CO₂ de 2003 a 2023.

1967 **Referências bibliográficas**

- 1968 Alencar, A., et al., 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus, Instituto de Pesquisa
1969 Ambiental da Amazônia (Ipam), pp.89.
- 1970 Alvim, C.F., R. Macedo e F. Eidelman. Balanço de Carbono, Energia Equivalente e Final Brasil: 1970/2006”, 2006.
1971 Disponível em http://ecen.com/ftp/bal_eec.zip. Acesso em 15 de Setembro de 2011.
- 1972 Avi-Yonah, R.S., Uhlmann, D.M, 2009. Combating Global Climate Change: Why a Carbon Tax Is a Better Response to
1973 Global Warming than Cap-and-Trade, 28 Stan. Envtl. L.J. 3, 21.
- 1974 Araujo, M.S.M., C. Silva, e C.P. Campos, 2009. Land use change sector contribution to the carbon historical emissions
1975 and the sustainability—Case study of the Brazilian Legal Amazon, Renewable and Sustainable Energy Reviews,
1976 Volume 13, Issue 3, pp.696-702, April..
- 1977 Baumol, W.J., e Oates, W.E, 1995. The theory of environmental policy. Cambridge University Press
- 1978 Barona, E.; Ramankutty, N.; Hyman, G.; Coomes, O. T. 2010. The role of pasture and soybean in deforestation of the
1979 Brazilian Amazon. Environmental Research Letters, n. 5
- 1980 Bayer, C., e J. Mielniczuk, 2000. Efeito de Sistemas de Preparo e de Cultura na Dinâmica da Matéria Orgânica e na
1981 Mitigação das Emissões de CO₂. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, pp: 599-607.
- 1982 Borner, J., A. Mendoza, e S.A. Vosti., 2007. Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian
1983 Amazon: Interrelationships and policy prescriptions, Ecological Economics, Volume 64, Issue 2, 15, pp. 356-
1984 373, December.
- 1985 Borner J., 2010. Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: scope and equity implications. Ecological
1986 Economics 69 pp. 1272–1282.
- 1987 Borner, S. W., et al, 2010. Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications,
1988 Ecological Economics, Volume 69, Issue 6, Special Section - Payments for Environmental Services: Reconciling
1989 Theory and Practice, p:1272-1282 April 2010.
- 1990 Boyd, E., P. May, M. Chang, e F.C. Veiga, 2007. Exploring socioeconomic impacts of forest based mitigation projects:
1991 Lessons from Brazil and Bolivia, Environmental Science & Policy, Volume 10, Issue 5, pp. 419-433, August
1992 2007.
- 1993 Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Segunda Comunicação
1994 Nacional do Brasil a Convenção Quadro das nações unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT, 2010.
- 1995 Caetano, M.A.L., D.F.M. Gherardi, e T. Yoneyama, 2011. An optimized policy for the reduction of CO₂ emission in
1996 the Brazilian Legal Amazon, Ecological Modelling, Volume 222, Issue 15, 10 August 2011pp 2835-2840.
- 1997 Carvalho, J.L.N et al. 2009. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon,
1998 Soil and Tillage Research, Volume 103, Issue 2, May 2009, pp. 342-349.
- 1999 Chomitz, K.M., e T.S. Thomas, 2001. Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon.
2000 Development Research Group. The World Bank, Washington, DC. Disponível em: <http://econ.worldbank.org/>
2001 Acessado em 20 de novembro de 2011.
- 2002 Defries, R.S., et.al., 2008. Fire-related carbon emissions from land use transitions in southern Amazonia, Geophys. Res.
2003 Letters., 35, L22705, 25,.
- 2004 Diniz, M.B.; J.N. Oliveira Junior, N. Trompieri Neto, e M.J.T. Diniz, 2009. Causas do desmatamento da Amazônia:
2005 uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios
2006 da Amazônia Legal brasileira. Nova economia, Belo Horizonte, v. 19., Disponível em
2007 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100006&lng=pt&nrm=iso
2008 Acessado em 04 dezembro 2011
- 2009 Drigo, G.I., M.G. Piketty, e R. Abramovay, 2009. Certification of community-based forest enterprises (CFEs): limits of
2010 the Brazilian experience. Ethics and Economics.v.6, n.2.
- 2011 EMCB - Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades, 2010. [Marcovitch, J., S. Margulis, e
2012 C.B.S. Dubeux (eds.)] IBEP Gráfica, p. 82.
- 2013 EPA – United States Environmental Protection Agency. 2010. Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory
2014 Impact Analysis. Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U.S.

- 2015 Environmental Protection Agency. Disponível em <http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420r10006.pdf>.
2016 [Acesso em 10](#) de Novembro de 2012.
- 2017 Ezzine-de-Blas, D et al., 2011. Forest loss and management in land reform settlements: Implications for REDD
2018 governance in the Brazilian Amazon, Environmental Science e Policy, Volume 14, Issue 2, Governing and
2019 Implementing REDD+, March 2011, pp.188-200.
- 2020 Fearnside, P.M., 2002. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira.
2021 Estudos Avançados. Vol.16, n.44, pp. 99-123.
- 2022 Fearnside, P.M., 2003. Conservation policy in Brazilian Amazonia: understanding the dilemmas World Development
2023 31(5): pp. 757–779.
- 2024 Fearnside, P.M., 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences. Conservation Biology 19,
2025 pp. 680–688.
- 2026 Fearnside, P.M.; et al., 2009. Biomass and greenhouse-gas emissions from land-use change in Brazil's Amazonian 'arc
2027 of deforestation': The states of Mato Grosso and Rondonia, Forest Ecology and Management, Volume 258, Issue
2028 9, 10 October , pp. 1968-1978.
- 2029 Ferreira, L.A.C., 2011. Transporte, mudanças climáticas e a importância dos co-benefícios na definição de medidas de
2030 mitigação para o setor. Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade Volume 6, nº 2, Agosto, 2011
2031 Disponível em <http://www.interfacehs.sp.senac.br/index.php/ITF/article/viewFile/194/198>
- 2032 Figueiredo, E.B.D., e N. La Scala JR, 2011. Greenhouse Gas Balance Due to the Conversion of Sugarcane Areas from
2033 Burned to Green Harvest in Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment, Volume 141, Issues 1-2, April
2034 2011, pp. 77-85.
- 2035 Figueiredo, E.B.D. et al., 2010. Greenhouse Gas Emission Associated with Sugar Production in Southern Brazil.
2036 Carbon Balance and Management, v.5, n.3,
- 2037 Galford, G.L., et. al, 2010. Greenhouse gas emissions from alternative futures of deforestation and agricultural
2038 management in the southern Amazon. Proc Natl Acad Sci USA v.107, n.46, pp.19649–19654,
- 2039 Goldemberg, L., e O. Lucon, 2007. Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados. v.21, n. 59, p.21-38, jan-
2040 abr-2007.
- 2041 Gouvello, C. et al., 2010. Brazil low-carbon: country case study. Brasília: World Bank. Disponível em
2042 http://siteresources.worldbank.org/BRAZILEXTN/Resources/Brazil_LowcarbonStudy.pdf Acesso em julho de
2043 2011.
- 2044 Guglyuvatty, E., 2010. Identifying criteria for climate change policy evaluation in Australia, Macquarie Journal of
2045 Business Law, Vol 7 pp.98-130, Australia.
- 2046 Hohne, N. et al., 2008. Proposals for contributions of emerging economies to the climate regime under UNFCCC
2047 POST-2012. Final report for the Federal Environment Agency, Germany. Climate Change 15/2008. 2008.
2048 Disponível em:
2049 http://www.wupperinst.org/de/projekte/proj/uploads/tx_wiprojekt/emerging_economies_post2012.pdf Acessado
2050 em 02 de novembro de 2011
- 2051 Holloway, V., e E. Giandomenico, 2009. The history of REDD policy. Carbon Planet White Paper. Carbon Planet.
2052 Adelaide, Australia.
- 2053 IEA - International Energy Agency IEA., 2006. World Energy Outlook. International Energy Agency, Paris, pp.596
- 2054 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. POF 2008 2009 – Despesas, Rendimentos e Condições de
2055 Vida.
- 2056 INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Projeto Prodes Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por
2057 Satélite. 2009. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em 23 de setembro de 2012.
- 2058 IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis -
2059 Summary for Policymakers. Disponível em: Disponível em <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>
- 2060 Kaimowitz, D., et.al., 2004. Hamburger Connection Fuels Amazon Destruction. Bangor, Indonesia, Center for
2061 International Forest Research. Disponível em: Disponível em
2062 http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/media/Amazon.pdf

- 2063 La Rovere, E. L., 2006. Brazil: Greenhouse Gas Mitigation in Brazil: Scenarios and Opportunities through 2025. Center
2064 for Clean Air Policy/ Centro Clima pp.327.
- 2065 Laurance, W.L., et.al., 2004. Deforestation in Amazonia. *Science* 304, pp. 1109- 1111.
- 2066 Macedo, I. C., J.E.A. Seabra, e J.E.A.R Silva, 2008. Green house gases emissions in the production and use of ethanol
2067 from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020, *Biomass and Bioenergy*, Volume
2068 32, Issue 7, July 2008, pp. 582-595.
- 2069 Margulis, S, 1990. Introdução à economia dos recursos naturais. In: *Meio ambiente : aspectos técnicos e econômicos*.
2070 [Margulis, S. (ed.)] Brasília, IPEA.
- 2071 Margulis, S. 2003. Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. Banco Mundial.
- 2072 Marshall, S. et. al., 2009. Noel Kempff Mercado Climate Action Project: A Case Study in Reducing Emissions from
2073 Deforestation and Degradation. The Nature Conservancy.
- 2074 Martinelli, L., J.P.H.B. Ometto, S. Filoso, e R.L Victoria, 2010. Contextualizing ethanol avoided carbon emissions in
2075 Brazil *GCB Bioenergy* 2,
- 2076 May, P.H, e B. Millikan. 2010. The context of REDD+ in Brazil: drivers, agents, and institutions. Center for
2077 International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- 2078 McNish, T., et al., 2009. Sweet carbon: An analysis of sugar industry carbon market opportunities under the clean
2079 development mechanism, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 12, December 2009, pp.5459-5468.
- 2080 Meadows, D. L., D. H. Meadows, J. Randers e W. W. Behrens, 1972. Limites do crescimento: um relatório para o
2081 Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Perspectiva.
- 2082 Medina, G., B. Pokorny, e B. Campbell, 2008. Favouring Local Development in the Amazon: Lessons From
2083 Community Forest Management Initiatives. Center for International Forestry Research Policy Brief no. 8,
2084 Bogor..
- 2085 Mendes, T. A., S. Rodrigues Filho. 2012. Antes do pré-sal: emissões de gases de efeito estufa do setor de petróleo e gás
2086 no Brasil. *Estud. av.*, São Paulo, v. 26, n. 74, 2012 . Disponível em
2087 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100014&lng=en&nrm=iso>.
2088 Acesso em 19 de Novembro de 2012.
- 2089 Mendonça, M.J.C et al., 2004. The economic cost of the use of fire in the Amazon, *Ecological Economics*, Volume 49,
2090 Issue 1, 10 May pp. 89-105.
- 2091 Mertens, B.R. et. al, 2002. Crossing Spatial Analyses and Livestock Economics to Understand Deforestation Processes
2092 in the Brazilian Amazon: The Case of São Félix do Xingu in South Pará. *Agricultural Economics*, n 27, pp. 269-
2093 294.
- 2094 Morton, D.C. et al, 2006. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proc.*
2095 *Natl. Acad. Sci.* 103, pp. 14637–14641
- 2096 Nepstad, D. et. al, 2007. The Costs and benefits of reducing carbon emissions from deforestation and forest degradation
2097 in the Brazilian Amazon. Woods Hole Research Center, IPAM, 28 p.
- 2098 Nepstad, D et al., 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* 326, pp. 1350-1351.
- 2099 Nordhaus, W.D., 1992. Lethal Model 2: The Limits to growth Revisited. *Brookings papers on economic activity*, n.2,
2100 pp.1 - 59.
- 2101 Oliveira Junior, J .N.; Diniz, M. B.; Ferreira, R. T.; Castelar, I.; Diniz, M. J. T. 2010 Análise da área desmatada
2102 municipal na Amazônia Brasileira no período 2000 – 2004: Uma abordagem com modelos não-lineares,
2103 *Economia Aplicada*, vol. 14, n. 3, p. 395-411.
- 2104 Parker, C., et al., 2008. The little REDD+ book: An updated guide to governmental and non-governmental proposals for
2105 reducing emissions from deforestation and degradation 1^a ed. Global Canopy Programme.
- 2106 Pereira, A. S., e P.H, May, 2003. Economia do Aquecimento Global. In: *Economia do Meio Ambiente: Teoria e*
2107 *Prática*. [May, P.H.; M.C., Lustosa, e V. Vinha (org.)]. Rio de Janeiro: Elsevier, pp. 219-244.
- 2108 Pigou, A.C., 1920. *The Economics of Welfare*. Macmillan: Londres.

- 2109 Pokorny B., e J. Johnson, 2008. Community forestry in the Amazon: The unsolved challenge of forests and the poor.
2110 ODI Natural Resource Perspectives 112, 4ppp. 152–156.
- 2111 Prates, R.C., e M. Serra. 2009. O impacto dos gastos do governo federal no desmatamento no Estado do Pará. Nova
2112 economia. vol.19, n.1 [citado 2011-12-04], pp. 95-116 . Disponível em
2113 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100005&lng=pt&nrm=iso . ISSN
2114 0103-6351.
- 2115 Ribeiro, S.K, 2007. Transportation and its Infrastructure. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of working
2116 Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change [Metz, B., O.R.
2117 Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge.
- 2118 Rivero, S., O. Almeida, S. Avila, e W. Oliveira, 2009. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas
2119 diretas do desmatamento na Amazônia. Nova economia [online]. vol.19, n.1 [cited 2011-12-04], pp. 41-66 .
2120 Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003&lng=en&nrm=iso)
2121 [63512009000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003&lng=en&nrm=iso) .
- 2122 Schaeffer, R, et al., 2000. Brazil's Electric Power Choices and Their Corresponding Carbon Emissions Implications.
2123 Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, v.6, n.1, March, pp.47-69.
- 2124 Schmid, M. L., e L. Acevedo. 2009. Políticas públicas para o pagamento de serviços ambientais relacionado à
2125 manutenção do estoque de carbono em florestas nativas como ferramenta de combate ao aquecimento global. In:
2126 VII Congresso LatinoAmericano de Direito Florestal Ambiental.
- 2127 Siebert, H., 2008. Economics of the environment: theory and policy. Spring, New York..
- 2128 Simões, A. F., e R. Schaeffer, 2005. The Brazilian air transportation sector in the context of global climate change: CO2
2129 emissions and mitigation alternatives, Energy Conversion and Management, Volume 46, Issue 4, March 2005,
2130 pp 501-513.
- 2131 Soares, J. B., e M.T. Tolmasquim, 2000. Energy Efficiency and Reduction of CO2 Emissions Through 2015: The
2132 Brazilian Cement Industry. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, v.5, June, p.297-318,
- 2133 Soares Filho, B.S., et. al, 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. Nature, 440, pp. 520-523.
- 2134 Sparovek, G., 2008. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996-2006.
2135 Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, v.14, November, pp.285-298.
- 2136 Stavins, R, 2003. Experience with market-based environmental policy instruments. In Handbook of Environmental
2137 Economics, (eds) Maler K-G, Vincent JR. Elsevier Science, Amsterdam, vol 1, pp 355–435.
- 2138 Strassburg, B.B.N. 2009. Os determinantes agrícolas e o retorno econômico do desmatamento na Amazônia Brasileira
2139 entre 1997-2006 e 2010-2050. Relatório do autor.
- 2140 Tol, R.S.J., 2009. Climate Feedbacks on the Terrestrial Biosphere and the Economics of Climate Policy: An
2141 Application of Fund. Papers WP288, Economic and Social Research Institute (ESRI). Disponível em
2142 <http://www.esri.ie/UserFiles/publications/20090414145858/WP288.pdf> Acesso em julho de 2011
- 2143 Tolmasquim, M.T., e G. Machado, 2003. Energy and Carbon Embodied in the International Trade of Brazil. Mitigation
2144 and Adaptation Strategies for Global Change, v.8, pp.139-155,
- 2145 United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC. 2009a. Communication from the Government
2146 of Brazil. Copenhagen Accord (COP-15). Denmark.
- 2147 United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC. 2009b. Copenhagen Accord. Disponível em :
2148 http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?preref=600005666 Acesso em
2149 janeiro de 2011.
- 2150 Viola, E., 2009. Brazil in the global and regional politics climate. Global Summit on Sustainable Development and
2151 Climate Change. New Delhi,.
- 2152 Vosti, S., et al., 2003. Rights to Forest Products, Deforestation and Smallholder Income: Evidence from the Western
2153 Brazilian Amazon, World Development, Volume 31, Issue 11, November 2003, pp.1889-1901.
- 2154