

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

Capítulo	3	
Título	Mudanças Climáticas na Esfera Nacional	
Autores	Autores Principais:	Ana Maria H.de Avila – UNICAMP Regina Célia dos Santos Alvalá - INPE
	Autores Revisores:	Hilton Silveira Pinto – UNICAMP Alberto Waingort - INPE

Índice

Capítulo 3. Mudanças Climáticas na Esfera Nacional.....	1
Referências Bibliográficas	10

Capítulo 3. Mudanças Climáticas na Esfera Nacional

O Brasil é considerado o país de maior biodiversidade do planeta. Dada a sua dimensão continental e a grande variação geomorfológica e climática, abriga sete biomas: Amazônia, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga, Campos Sulinos e o bioma Costeiro (Araujo, 2007). Os ecossistemas que fazem parte do bioma amazônico ocupam cerca de 3,68 milhões de km², os do Cerrado abrangem em torno de 2 milhões de km², os da Mata Atlântica estendem-se por 1,1 milhão de Km² e os da Caatinga cobrem 736 mil Km². Conforme destacado por Lewinsohn e Prado (2002), estima-se que, até o início dos anos 2000, tenham sido registradas no Brasil cerca de 200 mil espécies animais e vegetais (Tabela 1). Com base nos grupos taxonômicos mais bem conhecidos, estima-se que o país possui 13,6% das espécies do mundo e abriga a maior diversidade de mamíferos, contando com mais de 530 espécies já descritas e com muitas a serem descobertas e catalogadas ainda (Costa et al., 2005).

Segundo Assad (2000), as alterações ou destruição dos diferentes ecossistemas existentes no Brasil ou mesmo no planeta, sejam pela interferência humana ou por causas naturais, são os principais fatores de ameaça à sobrevivência de grande número de espécies. O principal exemplo de destruição e perda dos habitats no Brasil está relacionado ao desmatamento e degradação da Mata Atlântica, que se acentuou na década de 50, principalmente devido a fatores como a industrialização e à agricultura extensiva. A Mata Atlântica estendia-se pelo litoral brasileiro, cobrindo em torno de

29 12% do território nacional, desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte. Segundo Assad
30 (2000), baseado em estudos de diversos autores, a deterioração da Mata Atlântica ultrapassou 90%
31 da área, o que representou uma destruição de diversos habitats existentes, levando aos danos
32 acentuados da diversidade biológica dessa região.

33 Áreas do Brasil como a Mata Atlântica e o Cerrado são denominados *hotspots*, pois, conforme
34 definido por Myers (1988), são áreas que concentram altos níveis de biodiversidade e que estão
35 ameaçadas no mais alto grau. Além dessas duas regiões, o Brasil ainda conta com três Grandes
36 Regiões Naturais (GRN) que são a Amazônia, o Pantanal e a Caatinga (CI-BRASIL, 1999).

37 Segundo Vilas Boas e Dias (2010), o bioma cerrado teve sua área reduzida com a expansão de áreas
38 agrícolas, especialmente com a cultura da soja em meados dos anos 80. Segundo a fundação
39 Biodiversitas (2009), 112 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de
40 extinção. O Pantanal é a mais vasta planície inundável do mundo, com grandes extensões ainda
41 inabitadas ou com baixa ocupação e, conseqüentemente, em excelentes condições de conservação.
42 De acordo com Alho (2008) o Pantanal é um sistema dinâmico formado por um complexo sistema
43 baseado em níveis de inundação, nutrientes e biota. A vegetação compreende 1.863 espécies de
44 plantas fanerógamas e 3.400 que se distribuem na Bacia do Alto Paraguai, além de 250 espécies de
45 plantas aquáticas. E, ainda, a Caatinga é considerada uma exceção no cenário da América do Sul,
46 por ser uma região semi-árida única, cercada por outros ecossistemas florestais.

47 Com o aquecimento global, algumas regiões do Brasil poderão ter seus índices de temperatura e de
48 chuva alterados. Junto com a mudança dos padrões anuais de chuva, ou mesmo onde não houver
49 alteração do total anual, deverão ocorrer intensificações dos eventos severos.

50 Alguns estudos foram realizados para identificar alterações nos ciclos naturais que possam estar
51 relacionados com as mudanças climáticas, mas não existem muitas avaliações sobre variabilidade
52 de longo prazo e extremos de tempo e de clima no país. Alguns estudos foram feitos para regiões
53 específicas como a América do Sul, mas um dos desafios que dificulta o andamento desse tipo de
54 análise tem sido a falta de informação meteorológica de boa qualidade em séries completas de
55 longo prazo.

56 Marengo e Camargo (2008), estudando as temperaturas máximas e mínimas no sul do Brasil
57 durante o período 1960-2002, encontraram um aquecimento sistemático da região sul, detectando
58 tendências positivas na temperatura máxima e mínima em níveis anual e sazonal. A amplitude
59 térmica apresenta tendências negativas fortes nesse período, sugerindo que as variações na
60 temperatura mínima são mais intensas que as máximas, especialmente no verão. Isso também foi
61 observado por Gonçalves et al. (2002) para São Paulo. Porém essas análises de temperaturas
62 máximas e mínimas não estabelecem se o verão pode ter dias ou noites mais quentes, ou se o
63 inverno pode ter menos noites frias. As análises de Marengo e Camargo (2008) sugerem que o
64 aquecimento observado é mais intenso no inverno em comparação ao verão e possivelmente devido
65 ao aumento de número de dias quentes no inverno.

66 Chu et al. (1995) mostraram um aumento sistemático da convecção sobre o norte da Amazônia
67 desde 1975, que poderia indicar um aumento de chuva na região. Em outras bacias do Sudeste do
68 Brasil, os registros do rio Paraíba do Sul em Resende, Guaratinguetá e Campos, do rio Parnaíba em
69 Boa Esperança e do São Francisco em Juazeiro apresentam tendências hidrológicas nas vazões e
70 cotas que não são consistentes com uma redução ou aumento na chuva nas bacias, indicando que é
71 pouco provável que o clima esteja mudando significativamente nestas regiões (Marengo et al.,
72 1998; Moraes et al., 1998; Collischonn et al., 2001; Liebmann et al., 2004; Marengo e Alves, 2005;
73 Buarque et al., 2010; Satyamurty et al., 2010).

74 Impactos de ondas de frio vêm sendo identificados desde o fim do século XIX pelas estatísticas de
75 produção de café nas plantações do sul do Brasil. Em estudo sobre a variabilidade climática de
76 longo prazo na região foi observado que a quantidade de ondas de frio diminuiu com o tempo, mas

77 isso não garante que a qualquer momento uma onda forte de frio possa afetar a região,
78 independentemente de terem passadas poucas frentes frias e as temperaturas do inverno na região
79 mostrarem tendência de elevação. Em 106 anos, de 1890 a 1996, foram registrados 18 eventos
80 graves de congelamento que danificaram a produção do café. Dessas, 5 foram consideradas
81 catastróficas. Das 27 geadas que atingiram as regiões cafeeicultoras nos últimos 100 anos, 7
82 ocorreram em junho e 12 em julho. Agosto teve 5 geadas no último século e, portanto, não se pode
83 desprezar o perigo durante esse mês (Marengo e Rogers, 2001).

84 Groisman et al. (2005) identificaram tendências positivas de aumento sistemático de chuva e de
85 extremos de chuva na região subtropical, no Sul e no Nordeste do Brasil e afirmam que o Sudeste
86 do Brasil tem mostrado aumento sistemático na frequência de chuvas intensas desde 1940.

87 Xavier et al. (1994) estudando a variabilidade da precipitação diária na cidade de São Paulo durante
88 o período 1933-1986 encontraram aumento no volume diário de chuva acima de 30 mm entre os
89 meses de fevereiro e maio. Segundo os autores, o efeito urbano pode ter contribuído para a
90 mudança na distribuição da intensidade da precipitação.

91 O ciclo anual de eventos extremos de chuva no sul do Brasil mostra que estes eventos mais
92 frequentes na primavera e outono (Teixeira, 2004, Liebmann *et al.*, 2004) mostraram que em São
93 Paulo, na escala interanual, o número de eventos extremos de chuva mostra correlação com
94 anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Tropical e no sudeste do Atlântico
95 próximo ao litoral de São Paulo.

96 Haylock et al. (2006) estudando a Região Sul do Brasil juntamente com as condições de outros
97 países vizinhos da América do Sul, para o período de 1960-2000 encontraram tendências positivas
98 nos índices de precipitação, sugerindo que houve aumento na intensidade e frequência de dias com
99 chuva intensa. Também para o Sul do Brasil, Teixeira (2004) identificou uma ligeira tendência de
100 aumento no número de eventos extremos de chuva naquela região.

101 Outro estudo analisando tendências em extremos anuais de chuva para a Região Sul, incluindo
102 Paraguai, Uruguai e centro-norte da Argentina desenvolvido por Alexander et al. (2006) identificou
103 tendências positivas no número de dias com chuva intensa e na quantidade de chuva concentrada
104 em eventos chuvosos e muito chuvosos, entre os anos de 1961 e 2000.

105 Em 27 de março de 2004 uma tempestade inicialmente classificada como ciclone extratropical
106 atingiu a costa sul do Brasil, com chuvas fortes e ventos estimados em cerca de 150 km/h, matando
107 11 pessoas no continente e no oceano, causando destruição em dezenas de municípios. Foi o
108 primeiro furacão de que se tem notícia no país, o qual recebeu o nome de Catarina (Pezza e
109 Simmonds, 2005). Alguns estudos indicam que o aumento da temperatura das águas oceânicas
110 estaria tornando mais intensos esses fenômenos, mas ainda há incertezas quanto a real influência do
111 aquecimento global em mudanças na frequência de furacões e tufões e em sua ocorrência em locais
112 onde não eram observados (Webster et al 2005; Marengo e Nobre, 2005).

113 As análises de extremos de chuva e de temperatura apresentadas nos trabalhos de Vincent et al.
114 (2005), Haylock et al. (2006) e Alexander et al. (2006) para a América do Sul apresentam uma
115 visão de aquecimento e de intensificação de eventos extremos pluviométricos, ainda que as
116 mudanças de extremos de chuva sejam menos sensíveis do que as mudanças na temperatura do ar
117 (Marengo e Camargo 2008).

118 Foi verificado um aumento de vazão nos rios Paraguai, Uruguai e Paraná a partir da década de
119 1970, que pode ser devido ao aumento na pluviosidade ou devido a fatores, como desmatamento e
120 agricultura. Observou-se também um aumento da produtividade agrícola na região e, com o maior
121 volume de água nos rios, aumentou a capacidade de geração de energia das usinas hidrelétricas,
122 como Itaipu (Collischonn et al, 2001).

123 Teixeira (2004) identificou uma ligeira tendência de aumento no número de eventos extremos e
124 chuva, com maiores frequências em anos como 1993-94 e 1997-98, que são anos de El Niño.
125 Grimm e Pscheidt (2001) explicam que no sul do Brasil durante anos de El Niño (La Niña) se
126 observa um aumento (diminuição) do número de eventos extremos de chuva no mês de novembro
127 em relação aos anos normais. No período analisado por eles (1963-92), aconteceram nove eventos
128 El Niño e seis eventos La Niña, e 15 anos foram normais. Foram detectados 36 eventos extremos de
129 chuva durante novembro de anos El Niño, três durante La Niña e 23 em anos normais. A influência
130 do El Niño na frequência de eventos extremos também se estende a outras regiões e épocas do ano.

131 Outro fenômeno que parece coincidir com anos de El-Niño é o branqueamento de corais (Glynn
132 1990), o qual pode também ser causado por desastres naturais como derramamento de óleo,
133 poluição das águas, entre outros. O branqueamento extensivo pode causar a morte em massa dos
134 corais resultando na degradação do ecossistema recifal, devido à perda da sua cobertura viva, da sua
135 biodiversidade e da diminuição do crescimento linear dos corais (Goreau e Macfarlane, 1990;
136 Glynn, 1993).

137 Segundo Goreau e Hayes (1994), anomalias de 1°C de temperatura das águas superficiais do
138 Oceano por mais de 6 semanas pode provocar o branqueamento de coral (Wilkinson et al. 1999).
139 Este valor foi atingido, no ano de 2003, em Abrolhos, na área de Tinharé - Boipeba e no litoral
140 norte do Estado. Valores iguais a 0,75°C foram obtidos, no ano de 2003, na Baía de Todos os
141 Santos (BTS) e na região de Camamu, e nos anos de 2001, 2002 e 2005, na região de Abrolhos. No
142 ano de 2005, anomalias com valor de 0,50°C ocorreram nas regiões de Tinharé-Boipeba, Porto-
143 Seguro e Baía de Todos os Santos. Nos anos de 2000 e 2004, as anomalias da temperatura da água
144 tiveram valores máximos de 0,25°C nas regiões de Tinharé-Boipeba e de Abrolhos (Leão et al.
145 2008).

146 A variabilidade da precipitação diária na cidade de São Paulo durante o período 1933-1986 (Xavier
147 et al. 1994) mostra fraca tendência de aumento de precipitação mensal nos meses de fevereiro e
148 maio, acumulações diárias superiores a 30 mm aumentaram nos meses de fevereiro e maio e
149 acumulações diárias inferiores a 2 e 5 mm diminuíram de forma mais significativa em fevereiro,
150 mas ocorrem também em outros meses do ano. Para o caso da cidade de São Paulo, é possível que o
151 efeito urbano tenha contribuído significativamente para a mudança na distribuição da intensidade da
152 precipitação.

153 O Brasil chegou ao final do século XX como um país urbano: em 2000 a população urbana
154 ultrapassou 2/3 da população total, e atingiu a marca dos 138 milhões de pessoas. Os fenômenos
155 climáticos podem influenciar a saúde humana de forma direta ou indireta. Especialmente em zonas
156 urbanas, efeitos diretos, tais como tempestades e inundações — que provocam mortalidade por
157 afogamento, deslizamentos de terra e desabamentos de prédios ou por extremos de temperatura
158 como ondas de calor. Efeitos indiretos, sendo mediado por alterações no ambiente, como a alteração
159 de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, por perda na produção agrícola e conseqüentemente
160 impacto nutricional, queda nos padrões de higiene pessoal e ambiental e também como
161 determinante de fenômenos demográficos (Thompson e Cairncross, 2002). Enchentes ou secas
162 afetam a qualidade e o acesso a água e podem favorecer a incidência de doenças infecciosas como
163 leptospirose, hepatites virais, doenças diarreicas e doenças não-transmissíveis, que incluem a
164 desnutrição e doenças mentais (Brasil, 2008).

165 As flutuações climáticas sazonais produzem um efeito na dinâmica das doenças vetoriais como, por
166 exemplo, a maior incidência da dengue no verão e da malária na Amazônia durante o período de
167 estiagem. Isto é observado em anos considerados “normais” e está associado à formação de um
168 grande número de criadouros temporários favoráveis à proliferação dos mosquitos vetores
169 (Confalonieri, 2005; Confalonieri e Marinho, 2007).

170 Queimadas e os efeitos de inversões térmicas que concentram a poluição, impactando diretamente
171 influenciam a qualidade do ar, principalmente nas áreas urbanas agravando as doenças respiratórias.
172 Também, as alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem aumentar os efeitos
173 das doenças respiratórias, assim como alterar as condições de exposição aos poluentes atmosféricos.

174 As características físicas e químicas dos poluentes e as características climáticas como temperatura,
175 umidade e precipitação definem o tempo de residência dos poluentes na atmosfera, podendo ser
176 transportados a longas distancias em condições favoráveis de altas temperaturas e baixa umidade.

177 Em áreas urbanas, a presença de poluentes atmosféricos associados a eventos meteorológico como
178 inversões térmicas podem agravar a asma, alergias, infecções bronco-pulmonares e infecções das
179 vias aéreas superiores (sinusite), principalmente nos grupos mais susceptíveis, que incluem as
180 crianças menores de 5 anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade.

181 A maioria dos estudos relacionando os níveis de poluição do ar com efeitos a saúde foram
182 desenvolvidos para áreas metropolitanas, incluindo as grandes capitais da Região Sudeste no Brasil,
183 os quais mostram associação da carga de morbimortalidade por doenças respiratórias, com
184 incremento de poluentes atmosféricos, especialmente de material particulado (Saldiva et al., 1994;
185 Gouveia et al., 2006). O tamanho da partícula, superfície e a composição química do material
186 particulado determinam o risco para a saúde humana que a exposição representa a esse agente.

187 As emissões gasosas e de material particulado para a atmosfera derivam principalmente de veículos,
188 indústrias e da queima de biomassa. No Brasil, as fontes estacionárias e grandes frotas de veículos
189 concentram-se nas áreas metropolitanas localizadas principalmente na Região Sudeste, enquanto a
190 queima de biomassa ocorre em maior extensão e intensidade na Amazônia Legal, situada ao norte
191 do País (Martins et al., 2009; Silva et al., 2012).

192 Variáveis como idade, perfil de saúde, resiliência fisiológica e condições sociais contribuem
193 diretamente para as respostas humanas relacionadas às variáveis climáticas (Martins et al., 2004).
194 Fatores que aumentam a vulnerabilidade dos problemas climáticos são uma combinação de
195 crescimento populacional, pobreza e degradação ambiental (IPCC, 2007).

196 Os riscos associados às mudanças climáticas globais não podem ser avaliados em separado desse
197 contexto. Ao contrario, deve-se ressaltar que os riscos são o produto de *perigos* e *vulnerabilidades*,
198 como costumam ser medidos nas engenharias. Os perigos, no caso das mudanças globais são dados
199 pelas condições ambientais e pela magnitude de eventos. Já as vulnerabilidades são conformadas
200 pelas condições sociais, marcadas pelas desigualdades, as diferentes capacidades de adaptação,
201 resistência e resiliência. Uma estimativa de vulnerabilidade das populações brasileiras apontou o
202 Nordeste como uma região mais sensível a mudanças climáticas devido aos baixos índices de
203 desenvolvimento social e econômico (Confalonieri, 2005).

204 Essas avaliações são baseadas no pressuposto de que grupos populacionais com piores condições de
205 renda, educação e moradia sofreriam os maiores impactos das mudanças ambientais e climáticas.
206 No entanto, como resalta Guimarães (2005), as populações mais pobres nas cidades e no campo
207 têm demonstrado uma imensa capacidade de adaptação, uma vez que já se encontram excluídas de
208 sistemas técnicos.

209 No que concerne a população, aqueles com menos recursos e que têm menor capacidade de se
210 adaptar são os mais vulneráveis. O estudo desenvolvido pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da
211 Presidência da República em 2005 (NAE 2005) sugere que o Nordeste é a região mais vulnerável a
212 mudanças climáticas. O semi-árido Nordestino que apresenta curta, porém crucialmente importante
213 estação chuvosa no clima presente, poderia, num clima mais quente no futuro, transformar-se em
214 região árida. Isto pode afetar a agricultura de subsistência regional, a disponibilidade de água e a
215 saúde da população, obrigando as mesmas a migrarem para outras regiões.

216 Desde meados dos anos 70, passou-se a reconhecer que alterações da cobertura da terra modificam
217 o albedo de superfície e, portanto, as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera, as quais têm
218 impacto sobre o clima local e regional (Lambin et al., 2003). Apesar dos homens terem modificado
219 a terra para obtenção de alimentos e outros itens essenciais ao longo de milhares de anos, as taxas
220 atuais, extensões e as intensidades de mudanças de uso e cobertura da terra (em inglês - Land-Use
221 and Land-Cover Change - LUCC) vêm aumentando, o que conduz às mudanças nos ecossistemas e
222 processos ambientais em escalas local, regional e global (Ellis, 2010). Portanto, o monitoramento e
223 a avaliação das consequências negativas da LUCC, juntamente com a produção sustentável de
224 recursos essenciais, tornaram-se uma grande prioridade para pesquisadores e formuladores de
225 políticas públicas.

226 Particularmente no Brasil, a exploração de suas florestas segundo Goldewijk e Ramankutty (2004),
227 iniciada na era da colonização pelos europeus, começou com as plantações de borracha ao longo da
228 costa Atlântica e, em seguida, teve início o cultivo de cana de açúcar. O maior desmatamento
229 destrutivo na América do Sul associou-se à derrubada das florestas de araucária no sul do Brasil,
230 cuja extensão original era de aproximadamente 25 milhões de hectares e, atualmente restringe-se a
231 apenas 445 mil ha.

232 Concernente à floresta amazônica, esta, segundo Fearnside (2005), manteve-se intacta até 1970. O
233 desmatamento iniciou a partir da construção da Transamazônica, com taxas que têm variado ao
234 longo dos anos. Atualmente, o Brasil conta com dois sistemas para monitoramento do
235 desmatamento, ambos desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), isto é,
236 um programa que calcula o desmatamento anual (PRODES) e detecta exclusivamente
237 desmatamentos tipo “corte raso”, superiores a 6.25 ha; e um sistema para a detecção do
238 desmatamento em tempo real (DETER), que permite identificar de maneira mais rápida onde está
239 ocorrendo o desmatamento, este baseado em dados do sensor MODIS do satélite Terra/Aqua e do
240 sensor WFI do satélite CBERS, de resolução espacial de 250 m. Portanto, o DETER mapeia áreas
241 de corte raso e também áreas em processo de desmatamento por degradação florestal. A taxa de
242 desmatamento estimada pelo INPE, para o período de agosto de 2009 a agosto de 2010, foi de 6.451
243 km² enquanto, pelo sistema DETER, 224,94 km² da floresta sofreu corte raso ou degradação
244 progressiva no mês de julho de 2011, disponível em: <http://www.obt.inpe.br>.

245 No contexto climático, várias pesquisas foram realizadas nas duas últimas décadas para avaliar o
246 impacto das alterações dos usos da terra da Amazônia no clima regional e local (Nobre et al., 1991;
247 Manzi e Planton, 1996; Sampaio et al., 2007; Correia et al., 2008; entre outros). De modo geral, os
248 estudos revelam que as avaliações, considerando simulações a partir de modelos climáticos globais
249 ou regionais e desmatamento em larga escala ou de cenários projetados para o futuro, podem alterar
250 o clima regional, o qual seria mais quente e mais seco sobre a região.

251 Ressalta-se que avaliações considerando efeitos do desmatamento sobre as chuvas dependem da
252 escala em que este ocorre, ou seja, regiões que incluem desmatamento freqüentemente têm mais
253 chuvas que aquelas que não têm (Durieux et al. 2003; Saad et al., 2010). Portanto, estes corroboram
254 outros estudos que indicam que, se o desenvolvimento sustentável e as políticas de conservação não
255 forem no sentido de deter o aumento da degradação ambiental na Amazônia, as mudanças nos usos
256 da terra podem conduzir o sistema clima-bioma a um novo estado de equilíbrio mais seco, levando
257 à savanização de algumas partes da Amazônia. Recentemente, também baseado em estudos de
258 modelagem, Soares Filho et al. (2010) estimaram a demanda futura por terras e as emissões geradas
259 pelas mudanças no uso do solo e florestas (Land Use, Land Use Change, and Forestry - LULUCF).
260 A partir dos resultados, verificaram que o volume total de terras adicionais necessárias chega a mais
261 de 70 milhões de ha para acomodar a expansão de todas as atividades durante o período de 2006 a
262 2030.

263 Segundo Loarie et al. (2011), atualmente, há também uma crescente demanda global por
264 biocombustíveis, que exigirá conversão de ecossistemas agrícolas convencionais ou naturais. A

265 expansão da produção de biocombustíveis em áreas hoje utilizadas no Brasil para a agricultura
266 reduz a necessidade de limpar os ecossistemas naturais, o que implica em benefícios indiretos do
267 clima através da redução de emissões de gases do efeito estufa e retorno mais rápido de débitos de
268 carbono. A expansão dos biocombustíveis pode também causar mudanças diretas no clima local,
269 alterando o albedo da superfície e a evapotranspiração, embora estes efeitos ainda não tenham sido
270 completamente documentados.

271 Particularmente para quantificar os efeitos climáticos diretos da expansão da cana de açúcar no
272 Cerrado brasileiro, para uma área de 1,9 milhões de km², Loarie et al. (2011) consideraram como
273 base mapas recentes de expansão da cana de açúcar e do desmatamento da vegetação natural,
274 combinados com dados de sensoriamento remoto de temperatura, albedo e evapotranspiração. Os
275 resultados do estudo indicaram que em uma base regional, para dias de céu claro, a conversão da
276 vegetação natural em um mosaico de culturas / pastagem aqueceu o cerrado por uma média de
277 conversão de 1,55 (1,45-1,65) °C; porém, a conversão subsequente do mosaico em cana de açúcar
278 resfria a região a uma média de 0,93 (0,78-1,07) °C, resultando em um aumento médio líquido de
279 0,06 °C. Portanto, os resultados de Loarie et al. (2011) indicam que a expansão da cana de açúcar
280 em áreas agrícolas e de pastagens existentes tem um efeito de resfriamento local direto que reforça
281 os benefícios indiretos para o clima a partir desta opção de uso da terra.

282 Previamente, Martinelli et al. (2010), a partir da análise de dados censitários sobre uso da terra no
283 Brasil, destacaram que o Brasil já tem uma área desprovida de vegetação natural suficientemente
284 grande para acomodar a expansão da produção agrícola e que os maiores entraves para a produção
285 de alimentos no país não se devem a restrições supostamente impostas pelo Código Florestal, e sim
286 à enorme desigualdade na distribuição de terras, a restrição de crédito agrícola ao agricultor que
287 produz alimentos de consumo direto, a falta de assistência técnica para aumentar a produtividade, a
288 falta de investimentos em infraestrutura para armazenamento e escoamento da produção agrícola, a
289 restrições de financiamento e priorização do desenvolvimento e tecnologia que permita um aumento
290 expressivo na lotação de pastagens no Brasil.

291 A evolução do desmatamento no Pantanal brasileiro e seu entorno, no período de 1976 a 2008,
292 assim como cenários para o período de 2010 a 2050, foram elaborados por (Silva et al. 2011). Os
293 resultados, considerando as subdivisões da Bacia do Alto Paraguai - BAP (planície e planalto), BAP
294 (Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), e BAP (Biomassas Pantanal, Cerrado e Amazônia),
295 apontam que até 2008 o desmatamento na planície do pantanal atingiu 12,14% de sua área,
296 enquanto no planalto atingiu 58,9%. Os percentuais atuais apontam ainda que, caso não sejam
297 estabelecidas ações efetivas de controle, a vegetação natural da região do Pantanal brasileiro, cuja
298 área é de 361.666 km² (Silva e Abdon, 1998) poderá ser suprimida até o ano de 2050.

299 O cerrado brasileiro, bioma da parte central do Brasil, ocupa área aproximada de 203 milhões de
300 hectares (IBGE, 2004), ou seja, 25% do território brasileiro. Caracteriza-se pela vegetação rica em
301 espécies, com mais de 450 espécies vasculares por hectare, e diferentes tipos de cerrado: pastagens,
302 savanas arbustivas, savana arborizada, etc (Sano et al., 2000). Ferreira et al. (2007) ressalta que o
303 cerrado é considerado a savana mais rica do mundo em termos de biodiversidade (Ratter et al.,
304 1996) e que o cerrado brasileiro foi considerado um dos 25 “hotspots” de biodiversidade no Planeta
305 (Myers et al., 2000). O Cerrado desempenha ainda um importante papel no balanço de energia, água
306 e carbono da região, atuando como um sumidouro de gases de efeito estufa, tal como o CO, CO₂ e
307 CH₄. Os resultados preliminares referentes ao monitoramento do desmatamento divulgados pelo
308 MMA indicam que em 2009 o cerrado contava com área de vegetação nativa de 1.043.346 km², ou
309 seja, 51,16% da área do bioma.

310 O Pampa, ou Campos Sulinos, é um bioma restrito a uma unidade federativa do Brasil (Rio Grande
311 do Sul) e ocupa aproximadamente 60% da área do Estado (~ 178.000 km²). Neste ecossistema
312 predomina vegetação de gramíneas e arbustos espalhados e dispersos. Próximos aos cursos d'água e
313 nas encostas de planaltos a vegetação torna-se mais densa, com ocorrência de árvores. Os

314 Banhados, áreas alagadas perto do litoral, também fazem parte desse bioma, que abriga grande
315 biodiversidade (MMA, 2010). Os resultados do monitoramento do MMA de 2011 indicam que o
316 Pampa apresentava área nativa, em 2008, da ordem de 64.131 km², equivalente a 36% da área do
317 bioma. Em 2009, observou-se diminuição da área para 35,89%, cuja estatística foi baseada na área
318 total do bioma, ou seja, mais de 17 milhões de hectares (MMA, 2011).

319 O monitoramento das alterações da cobertura vegetal da Mata Atlântica é feito desde 1989 pela
320 Fundação SOS Mata Atlântica (2011) em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
321 Também está sendo feito pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este bioma, que se estende
322 por quase todas as regiões do Brasil e abrange 15 Estados, caracteriza-se pela variedade de
323 fitofisionomias e pela complexidade de aspectos bióticos. Em termos geológicos, destacam-se as
324 rochas pré-cambrianas e as rochas sedimentares da Bacia do Paraná. Dados de desflorestamento da
325 Mata Atlântica para os anos de 2008 e 2010, separadamente para cada Estado de abrangência do
326 bioma, bem como dos remanescentes florestais, ano base 2010, podem ser vistos no Atlas dos
327 Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2008-2010 (Fundação SOS Mata Atlântica e
328 INPE, 2011). Os Estados que apresentaram o maior (menor) percentual de remanescentes florestais
329 foram Santa Catarina (Goiás), com valor igual a 23,04 % (4,7%). Informações mais detalhadas, para
330 cada município dos diversos Estados, também podem ser vistas no Atlas. Segundo o MMA, da área
331 total do bioma (1.103.961 km²), 75,88% foi desmatada até 2008.

332 No setor agropecuário, as conseqüências do aquecimento global serão inúmeras. O Brasil com sua
333 extensa dimensão continental, heterogeneidade climática, tipos de solo e topografia imprimem
334 diferentes condições ao desenvolvimento das culturas. Considerando-se os prognósticos futuros de
335 aumento das temperaturas pode-se admitir que, nas regiões climatologicamente limítrofes àquelas
336 de delimitação de cultivo adequado de plantas agrícolas, a anomalia positiva que venha a ocorrer
337 será desfavorável ao desenvolvimento vegetal. Quanto maior a anomalia, menos apta se tornará a
338 região, até o limite máximo de tolerância biológica ao calor. Por outro lado, outras culturas mais
339 resistentes a altas temperaturas, provavelmente serão beneficiadas, até o seu limite próprio de
340 tolerância ao estresse térmico. No caso de baixas temperaturas, regiões que atualmente sejam
341 limitantes ao desenvolvimento de culturas susceptíveis a geadas, com o aumento do nível térmico
342 devido ao aquecimento global passarão a exibir condições favoráveis ao desenvolvimento da planta.
343 No entanto, deve-se ressaltar que tais projeções futuras estão baseadas nas espécies atuais, sem
344 adaptação.

345 Vários estudos foram feitos sobre os impactos das mudanças climáticas na agricultura. Um deles
346 refere-se ao efeito direto nas plantas, do aumento da concentração de dióxido de carbono na
347 atmosfera, o qual tem sido intensamente estudado pelos especialistas em fisiologia vegetal. É bem
348 conhecido o funcionamento, no que diz respeito à atividade fotossintética, da concentração do
349 dióxido de carbono no crescimento das plantas. A concentração do CO₂ na atmosfera, sendo
350 próximo de 300 ppm está bem abaixo da saturação para a maioria das plantas. Níveis excessivos,
351 próximos a 1.000 ppm, passam a causar fitotoxidade. Nesse intervalo, de modo geral, o aumento de
352 CO₂ promove maior produtividade biológica nas plantas. Assad e Luchiari (1989) utilizando
353 modelos fisiológicos simplificados mostraram que essas variações são significativas nos cerrados
354 brasileiros. A temperatura média durante a estação chuvosa nessas regiões – de outubro a abril – é
355 de 22°C, tendo um máximo de 26,7°C e um mínimo de 17,6°C, supondo que um aumento da
356 concentração de CO₂ provoque um aumento de 5°C na temperatura, as plantas do tipo C₄, como o
357 milho e o sorgo, aumentariam a produtividade potencial em pelo menos 10kg/ha/dia de grãos secos.
358 Para as plantas tipo C₃, soja, feijão e trigo, esse aumento seria menor, da ordem de 2 a 3kg/ha/dia
359 de grãos secos.

360 Considerando cenários de aumento e de redução de temperatura, Assad e Luchiari Jr. (1989)
361 avaliaram as possíveis alterações de produtividade para as culturas de soja e milho. Siqueira *et al*
362 (2000) apresentaram, para alguns pontos do Brasil, os efeitos das mudanças globais na produção de

363 trigo, milho e soja. Uma primeira tentativa de identificar o impacto das mudanças do clima na
364 produção regional foi feita por Pinto *et al.* (2001), que simularam os efeitos da elevação da
365 temperatura e das chuvas no zoneamento do café para os Estados de São Paulo e Goiás. O estudo
366 previu uma drástica redução nas áreas com aptidão agroclimática, o que condenaria a produção de
367 café nestas regiões. Posteriormente, Pinto *et al.* (2007), Assad *et al.* (2007), Zullo Jr *et al.* (2006) e
368 Nobre *et al.* (2005) elaboraram estudos detalhados sobre o futuro da agricultura brasileira em função
369 dos cenários previstos para o clima regional.

370 Em 1996, foi instituído o programa de zoneamento de riscos climáticos no Brasil e desde então se
371 tornou política pública adotada pelos ministérios da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário,
372 para orientar o crédito e o seguro agrícola do país. O zoneamento estabeleceu, estatisticamente,
373 níveis de riscos das regiões estudadas para vários tipos de cultura, admitindo perdas de safras de no
374 máximo 20%. O zoneamento agroclimático de riscos é uma ferramenta que indica o que plantar,
375 onde plantar e quando plantar de acordo com a disponibilidade climática regional.

376 O zoneamento de riscos climáticos avalia a aptidão de uma determinada região a um tipo de cultura,
377 usando dados meteorológicos de chuva e de temperatura, além de índices específicos desenvolvidos
378 para apontar a sensibilidade das culturas a eventos extremos que possam ocorrer em fases
379 fenológicas críticas da planta.

380 Além de influenciar as condições climáticas diretamente, o aumento da concentração de dióxido de
381 carbono influencia o sistema climático por meio de seus efeitos sobre a fisiologia das
382 plantas (Sellers, 1996). Geralmente os estômatos não abrem completamente sob o aumento da
383 concentração de dióxido de carbono (Field *et. al.*, 1995), o que reduz a transpiração, reduzindo o
384 consumo de água (Wigley, 1985). Resultados obtidos por Betts *et. al.* (2007) em experimentos
385 usando enriquecimento da atmosfera pela adição de CO₂ (“Free air CO₂ enrichment techniques-
386 FACE”) mostraram ajustes significativos de resultados com dados obtidos pelo aumento do runoff
387 em escala continental, sendo compatível com resultados de outros modelos em trabalhos
388 semelhantes (Cramer *et. al.* 2001; Betts *et al.*, 2004).

389 Seguindo a mesma metodologia do modelo de zoneamento de riscos climáticos, em 2008 (Pinto e
390 Assad, 2008) foi divulgado um estudo que simula os cenários futuros da agricultura brasileira, a
391 partir de resultados de modelos de mudanças climáticas. Valores das temperaturas futuras para
392 2020, 2050 e 2070, através do modelo Precis, do Hadley Centre, para o cenário A2, foram obtidas
393 para avaliar como as áreas e os municípios serão afetados pelos efeitos térmicos e hídricos. Os
394 resultados obtidos foram coerentes com previsões anteriores de impactos do aquecimento nas áreas
395 de potencial de produção agrícola brasileiras. Espera-se que o aumento da temperatura promova
396 um crescimento da evapotranspiração e, conseqüentemente, um aumento na deficiência hídrica,
397 com reflexo direto no risco climático para a agricultura. Por outro lado, com o aumento da
398 temperatura, ocorrerá uma redução no risco de geadas no sul, no sudeste e no sudoeste do país,
399 acarretando um efeito benéfico às áreas atualmente restritas ao cultivo de plantas tropicais.

400 A dinâmica climática deverá causar uma migração das culturas adaptadas ao clima tropical para as
401 áreas mais ao sul do país ou para zonas de altitudes maiores, para compensar a diferença climática.
402 Ao mesmo tempo, haverá uma diminuição nas áreas de cultivo de plantas de clima temperado do
403 país. Um aumento próximo a 3°C causará uma possível expansão das culturas de café e da cana-de-
404 açúcar para áreas de maiores latitudes (Assad *et. al.*, 2004; Pinto e Assad, 2012).

405 Os resultados obtidos permitem ainda outras conclusões. As áreas cultivadas com milho, arroz,
406 feijão, algodão e girassol sofrerão forte redução na região Nordeste, com perda significativa da
407 produção. Duas regiões poderão ser mais atingidas: toda a área correspondente ao agreste
408 nordestino, hoje responsável pela maior parte da produção regional de milho, e a região dos
409 cerrados nordestinos, como sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia (Pinto e Assad, 2012).

410 Referências Bibliográficas

- 411 Alexander, L. V., X. Zhang, T. C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A. Klein Tank, M. Haylock, D.
412 Collins, B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, P. Ambenje, K. Rupa Kumar, J. Revadekar,
413 G. Griffiths, L. Vincent, D. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New,
414 P. Zhai, M. Rusticucci e J. L. Vazquez-Aguirre, 2006: Global observed changes in daily
415 climate extremes of temperature and precipitation, *J. Geophys Research*, v.111, p. 1-22,
416 doi:10.1029/2005JD006290.
- 417 Alho, C. J. R. 2008: Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to
418 environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (4, Suppl.), p. 957-966.
- 419 Araújo, M. A. R., 2007: *Unidades de conservação no Brasil: da República à Gestão de*
420 *Classe Mundial*. Belo Horizonte: Segrac.
- 421 Assad, A. L. D. 2000: Biodiversidade: institucionalização e programas governamentais no Brasil.
422 Tese de doutorado em Geociências na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
423 Campinas, SP. 218p.
- 424 Assad, E D.; H.S. Pinto; J. Jr. Zullo; e A. M. H. Ávila, , 2004: Impacto das Mudanças Climáticas no
425 Zoneamento Agroclimático do Café no Brasil. *Pesq. Agrop. Bras. PAB*. 39(11). pp: 1057–
426 1064
- 427 Assad, E. D.; A. Luchiari Jr., 1989: A. A future scenario and agricultural strategies against climatic
428 changes: the case of tropical savannas. In: *Mudanças Climáticas e Estratégias Futuras*. USP.
429 Outubro de 1989. São Paulo. SP.
- 430 Assad, E. D. ; Pinto, H. S. ; Zullo JR, J. ; F.R. Marin, 2007: Mudanças Climáticas e Agricultura:
431 Uma Abordagem Agroclimatológica. *Ciência & Ambiente*, v. 34, p. 169-182.
- 432 Betts R.A., O. Boucher , M. Collins , P.M. Cox, P.D. Falloon , N. Gedney , D.L. Hemming , C.
433 Huntingford , C.D. Jones, D. Sexton De M.J. Webb., 2007:. Projected increase in continental
434 runoff due to plant responses to increasing carbon dioxide. *Nature* 448: 1037–1041, 2007.
- 435 Betts, R. A., P. M. Cox, M. Collins, P. P. Harris, C. Huntingford e C. D. Jones, 2004: The role of
436 ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazonian precipitation decrease and forest
437 dieback under global climate warming. *Theor. Appl. Climatol.* 78, 157–175.
- 438 Biodiversitas, Fundação, 2009: *Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*.
439 Belo Horizonte. Brasil. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/publicacoes/>>.
440 Acessado em março de 2009.
- 441 Brasil.- Ministério da Saúde, 2008: Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde:
442 cenários e incertezas para o Brasil / BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-
443 Americana da Saúde. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.40p: il. ISBN
444 978-85-87943-79-8.
- 445 Buarque, D. C.; R. T. Clarke; C.A.B Mendes,2010: Spatial correlation in precipitation trends in the
446 Brazilian Amazon, *J. Geophys. Res.*, 115,D12108, doi:10.1029/2009JD013329.
- 447 Collischonn, W.; C. E. M Tucci, ; R. T Clarke,, 2001: Further evidence of changes in the
448 hydrological regime of the River Paraguay: part of a wider phenomenon of climate change?
449 *Journal of Hydrology*, 245, 218-238, 2001.
- 450 Confalonieri, U.E.C.; D. P., Marinho, 2007: Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para
451 o Brasil, *Multiciência*, 1-16, Campinas.
- 452 Confalonieri, U.E.C., 2005: Mudanças Climáticas e Saúde Humana, p 166-171, In: Poppe, M.K &
453 La Rovere, E.L (coord.), *Mudança do Clima*, vol. 1, Cadernos NAE, nº 3, Brasília, 250 pp.

- 454 Confalonieri, U.E.C.; D. P. Marinho; R. R. Rodriguez, 2005: Análise da Vulnerabilidade da
455 população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas, Relatório final de
456 projeto de pesquisa, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 96 pp.
- 457 Chu, P. S., Yu, -P., Hastenrath, S, 1995: Detecting climate change concurrent with deforestation in
458 the Amazon basin: which way has it gone? *Bull. Amer. Met. Soc.*, 75, 579-583.
- 459 Correia, F. W. S.; R. C. S. Alvalá.; A. O. Manzi, 2008: O. Modeling the Impacts of Land Cover
460 Change in Amazonian: A Regional Climate Model (RCM) Simulation Study. Accepted to the
461 *Theoretical and Applied Climatology*, 2007 (DOI 10.1007/s00704-007-0335-z). Volume 93(3-
462 4): 225-244, 2008.
- 463 Costa, L. P.; Y. L. R Leite,.; S. L. Mendes; A. D. Ditchfield, 2005.: Conservação de mamíferos do
464 Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v.1, n.1, p. 103-112.
- 465 Cramer, W.; A. Bondeau; F.I. Woodward; C. Prentice; R.A. Betts; V. Brovkin; P.M. Cox; V.
466 Fisher; J.A. Foley; A.D. Friend; C. Kucharik; M.R. Lomas; N. Ramankutty; S. Sitch; B.
467 Smith; A. White,.; C. Young-Molling, 2001: Global response of terrestrial ecosystem structure
468 and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models.
469 *Global Change Biology* 7:357–374.
- 470 Durieux, L.; L. A. T. Machado; H. Laurent.,2003: The Impact of Deforestation on Cloud Cover
471 Over the Amazon Arc of Deforestation. *Remote Sensing of Environment*, v. 86, p. 132-140,
472 2003.
- 473 Ellis, E. (Lead Author); Pontius, R. (Topic Editor), 2010: "Land-use and land-cover change". In:
474 Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental
475 Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in
476 the Encyclopedia of Earth April 18, 2010; Last revised Date May 11, 2011; Retrieved August
477 8, 2011 <http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change>
- 478 Fearnside, P. M., 2005: Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences.
479 *Conservation Biology*, V. 19, N. 3, p. 680–688.
- 480 Ferreira, L. G.; N.C. Ferreira; F.C. Lobo; L.C. Medeiros; N.V. Ribeiro; R.V. Mesquita; P. Aguiar,
481 ,2007. Base de dados espaciais para o monitoramento biofísico-ambiental do bioma Cerrado.
482 *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis*, Brasil, 21-26 abril
483 2007, INPE, p. 5219-5224.
- 484 Field, C., R. Jackson; H. Mooney, 1995: Stomatal responses to increased CO₂: implications from
485 the plant to the global scale. *Plant Cell Environ.* 18, 1214–1255.
- 486 Glynn, P.W., 1993. Coral reef bleaching: Ecological perspectives. *Coral Reefs*, 12, 1-17.
- 487 Glynn, P. W.e L. D’Croz, ,1990. Experimental evidence for high temperature stress as a cause of El
488 Niño-coincident coral mortality. *Coral Reefs*, 8, 181-191.
- 489 Goldewijk K.K., N. Ramnakutty,2004. Land-cover change over the last three centuries due to
490 human activities: the availability of new global data sets. *Geo Journal* 61:335–344.
- 491 Goreau T. J., A. H. Macfarlane, 1990. Reduced growth rate of *Montastrea annularis* following the
492 1987–1988 coral-bleaching event. *Coral Reefs* 8:211–215
- 493 Gonçalves, F, P. L. Silva Dias, G. P. Araújo, 2002: Climatological analysis of wintertime extreme
494 low temperatures in São Paulo City, Brazil: Impacts of seas surface temperatures anomalies.
495 *Int. J. Climatol.*, 22, 1511-1526.
- 496 Goreau, T. J.; Hayes, R. L.1994: Coral bleaching and ocean hot spots. *Ambio*, 23, 176-180.

- 497 Gouveia N. C.U. Freitas; L.C. Martins; I.O. Marcilio, 2006: Respiratory and cardiovascular
498 hospitalizations associated with air pollution in the city of Sao Paulo, Brazil. *Cadernos de*
499 *Saúde Pública*, v. 22, n. 12, p. 2669-2677.
- 500 Grimm, A. G. e I. Pscheidt, 2001: Padrões atmosféricos associados a eventos severos de chuva na
501 primavera durante El Niño, La Niña e anos neutros. *Anais do IX Congresso da Federação*
502 *Latino-Americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia e VIII Congresso Argentino de*
503 *Meteorologia* (em CD, n° 269), Buenos Aires, maio de 2001, Centro Argentino de
504 Meteorologistas e Federação Latino-Americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia.
- 505 Groisman, P., R. Knight, D. Easterling, T. Karl, G. Hegerl, V. Razuvaev, 2005. Trends in tense
506 precipitation in the climate record. *Journal of Climate*, v.18, p. 1326-1350.
- 507 Guimaraes, R.B., 2005 Health and global changes in the urban environment. In: Dias, P.L.S.;
508 Ribeiro, W.C.; Nunes, L.H. A contribution to understand the regional impact of global change
509 in South America. Sao Paulo: Editora USP.
- 510 Haylock M. R., Peterson T., Abreu de Sousa J. R., Alves L. M., Ambrizzi T., Baez J, Barbosa de
511 Brito J. I., Barros V. R., Berlato M. A., Bidegain M., Coronel G., Corradi V., Garcia V. J.,
512 Grimm A. M., Jaido dos Anjos R., Karoly D., Marengo J. A., Marino M. B., Meira P. R.,
513 Miranda G. C., Molion L., Muncunil D. F., Nechet D., Ontaneda G., Quintana J., Ramirez E.,
514 Rebello E., Rusticucci M., Santos J. L., Varillas I. T., Vincent L., eYumiko M. 2006: Trends
515 in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface
516 temperature. *Journal of Climate*, 19, 1490-1512.
- 517 IBGE. 2004. *Mapa de Biomas do Brasil*. Escala 1:5.000.000. Disponível em:
518 <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>.
- 519 Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE. *Projeto PRODES - monitoramento da floresta*
520 *amazônica brasileira por satélite*. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso
521 em 20 de julho de 2011.
- 522 IPCC. 2007. Fourth Assessment Report. Climate Change. The Physical Science Basis. Summary for
523 Policymakers.
- 524 Lambin, E.F.; H. J. Geist; E. Lepers, 2003: Dynamics of land-use and land-cover change in tropical
525 regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 28, 205-241.
- 526 Leão, Z. M. A.; Kikuchi, K.P. Ruy, M.D.M. Oliveira, 2008: Branqueamento de corais nos recifes
527 da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano.
528 *Biota Neotrop.*, V. 8, n 3, p.69-82. Lewinsohn, T. M., P.I. Prado, P. I. 2002: Biodiversidade
529 brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo.
- 530 Liebmann, B, G. N. Kiladis, C. S. Vera, A. C. Saulo, L. M. V. Carvalho, 2004: Subseasonal
531 variations of rainfall in the vicinity of the South American low-level jet stream and
532 comparison to those in the South Atlantic Convergence Zone. *J. Climate*, 17, 3829–3842.
- 533 Loarie, S. R.; Lobell, D. B.; Asner, G. P.; MU, Q.; Field, C. B, 2011. Direct impacts on local
534 climate of sugar-cane expansion in Brazil. *Nature Climate Change*, 105–109,
535 doi:10.1038/nclimate1067.
- 536 Manzi, A.; Planton, S., 1996 A simulation of Amazonian deforestation using a GCM calibrated with
537 ABRACOS and ARME data. In: Gash, J. H. C.; Nobre, C. A.; Roberts, J. M.; Victoria, R. L.
538 (eds) Amazonian deforestation and climate. John Wiley, Chichester, p. 505–529.
- 539 Marengo, J. ; C.G.C. Camargo, 2008. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-
540 2002. *Int. J. of Climatology*, 893-904, doi:10.1002/joc.1584.

- 541 Marengo, J. A.; L. M. Alves, 2005. Tendências hidrológicas da bacia do Rio Paraíba do Sul.
542 Revista Brasileira de Meteorologia, Cachoeira Paulista, v. 20, n. 2, p. 215-226.
- 543 Marengo, J.; C. Nobre, 2005. Lições do Catarina e do Katrina: As mudanças do clima e os
544 fenômenos extremos. Ciência Hoje, 37, 22-27.
- 545 Marengo, J. A.; J. C. Rogers, 2001. Polar Air Outbreaks in the Americas: Assessments and Impacts
546 During Modern and Past Climates. In: Interhemispheric Climate Linkages. Ed. MARKGRAF,
547 V., San Diego: Academic Press, p. 31-51, 2001.
- 548 Marengo, J., J. Tomasella, Uvo, 1998: Long-term stream flow and rainfall fluctuations in tropical
549 South America: Amazônia, Eastern Brazil and Northwest Peru. *J. Geophys. Res.* 103, 1775-
550 1783.
- 551 Martinelli, L. A., C. A. Joly, C. A. Nobre, G. Sparovek., 2010: A falsa dicotomia entre a
552 preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. *Biota Neotrop.* 10(4): 2010.
553 <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?point-of-view+bn00110042010>.
- 554 Martins, M.C. M Martins, F Fatigati, T Vespoli, L Martins, L Pereira, M Martins, P Saldiva, and A
555 Braga, 2004: Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in
556 elderly people: an analysis of six regions in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Epidemiology and*
557 *Community Health*, v. 58, n. 1, p. 41-46, 2004..
- 558 Martins, L. D. ; J.A. Martins ; E.D. Freitas ; C. R Mazzoli. ; , F. L. T Gonçalves. ; R. Y. Ynoue.; R.
559 Hallak; T. T. A. Albuquerque ; M. F. Andrade, 2009: Potential health impact of ultrafine
560 particles under clean and polluted urban atmospheric conditions: a model-based study. Air
561 quality, atmosphere and health, p. 1.
- 562 Ministério Do Meio Ambiente-MMA, 2010: Monitoramento do desmatamento nos biomas
563 brasileiros por satélite, monitoramento do bioma Pampa 2002 a 2008, Brasília, DF.
- 564 Ministério Do Meio Ambiente-MMA, 2011: Monitoramento do desmatamento nos biomas
565 brasileiros por satélite, monitoramento do bioma pampa 2008-2009, Brasília,
- 566 Moraes, J. M. , G.Q. Pellegrino; M.V. Ballester; L.A. Martinelli; R.L. Victoria; A.V. Krusche,
567 1998: Trends in hydrological parameters of a Southern Brazilian watershed and its relation to
568 human induced changes. *Water Resources Management* 12: 295–311.
- 569 Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca e J. Kent, 2000: Biodiversity
570 hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858.
- 571 Myers, N., 1988: Threatened Biotas: Hot Spots in tropical forests. *The environmentalist*. University
572 of Technology, v. 8, n. 3. p. 178-208, Springer.
- 573 NAE (2005) CADERNOS NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.
574 Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de
575 Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005.
- 576 Nobre, C. A.; P. J. Sellers; J. Shukla., 1991: Amazonian deforestation and regional climate change.
577 *Journal of Climate*, 4: 957–988.
- 578 Nobre, C. A. ; E. D. Assad.; M. D. Oyama, 2005: O impacto do aquecimento global nos
579 ecossistemas da Amazônia e na agricultura. *Scientific American Brasil*, v. 12, p. 70-75.
- 580 Pezza, A. B., I. Simmonds, 2005: The first South Atlantic hurricane: unprecedented blocking, low
581 shear and climate change. *Geophysical Research Letters*, 32, L15712,
582 doi:10.1029/2005GL023390.
- 583 Pinto, H. S. e , E. D. Assad, 2012: Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture. In: Brazil:
584 Assessment of the Vulnerability and Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture.

- 585 Development report for World Bank Project P118037. Coord. Erick C.M. Fernandes. May, 25
586 - 2012.
- 587 Pinto, H. S. e E. D. Assad, 2008: Global Warming and The New Geography of Agricultural
588 Production in Brazil. The British Embassy. Brasília, DF. 42 pp. Disponível em:
589 http://www.cpa.unicamp.br/aquecimento_agricola_en.html.
- 590 Pinto, H. S.; J. Zullo Jr, ; E. D. Assad ; B. A. Evangelista, 2007: O Aquecimento Global e a
591 Cafeicultura Brasileira. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, v. 31, p. 65-72.
- 592 Pinto, H. S.;J. Zullo Jr;E.D. Assad; O. BRUNINI; R.R. Alfonsi; G. Coral; A.M.H. Ávila, 2001:
593 Zoneamento de Riscos Climáticos Para a Cafeicultura do Estado de São Paulo. In: XII
594 Congresso Brasileiro De Agrometeorologia E Iii Reunião Latino-Americana De
595 Agrometeorologia, 2001, Fortaleza. Anais do XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e
596 III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira
597 de Agrometeorologia. v.1. p.141-142.
- 598 Ratter, J. A.; S. Bridgewater,; R. Atkinson; J.F. Ribeiro, 1996. Analysis of the floristic composition
599 of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas.
600 *Edinburgh Journal of Botany*, v. 53, p. 153-180.Saad, S. I.; Da Rocha, H. R.; Silva Dias, M.
601 A. F.; Rosolem, R. Can the deforestation breeze change the rainfall in Amazonia? A case
602 study for the BR-163 highway region. *Earth Interactions*. V. 14, no.18.,1-25, 2010.
- 603 Saldiva , P.H., A.J. Lichtenfels, P.S. Paiva, I.A. Barone, M.A. Martins, E. Massad, J.C. Pereira,
604 V.P. Xavier , J.M. Singer, G.M. Böhm, 1994: Association between air pollution and mortality
605 due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report.
606 *Environmental Research*, v. 65, n. 2, p. 218-225.
- 607 Sampaio, G. ; C. Nobre ; M.H. Costa; P. Satyamurty ; B.S. Soares-Filho; M.F. Cardoso, 2007:
608 Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland
609 expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. 1-7.
- 610 Sano, E. E.; A. O.Barcellos; H.S. Bezerra, 2000: Assessing the spatial distribution of cultivated
611 pastures in the Brazilian savana. *Pasturas Tropicales*, V. 22, N. 3, 1-15..
- 612 Satyamurty, P.; A.A. Castro; J. Tota.; L.E.S. Gularte; A.O. Manzi, 2010: Rainfall trends in the
613 Brazilian Amazon Basin in the past eight decades. *Theor. Appl. Climatol*, 99,139-148.
- 614 Sellers, P. J.; L.Bounopua; G.J. Collatz; D.A. Randall; D.A. Dazlich; S.O. Los; J.A. Berry; I. Fung;
615 C.J. Tucker; C.B. Field; T.G. Jesen, 1996: Comparison of radiative and physiological effects
616 of doubled atmospheric CO2 on climate. *Science* 271, 1402–1406.
- 617 Silva, J. S. V.; M. M. Abdon, 1998: Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub- regiões.
618 *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33 (Número Especial), p. 1703-1712.
- 619 Silva, J. S. V.; M. M. Abdon; S. M. A. Silva; J. A. Moraes, 2011: Evolution od deforestation in the
620 Brazilian pantanal and surroudings in the timeframe 1976-2008. *Geografia*, V. 36, Número
621 Especial, 35-55.
- 622 Silva, L F F ; S. Saldiva ; P. H. N. Saldiva ; M. Dolhnikoff, 2012: Bandeira Científica Project .
623 Impaired lung function in individuals chronically exposed to biomass combustion.
624 *Environmental Research* (New York, N.Y. Print), v. 112, p. 111-7.
- 625 Siqueira, O.J.W., S. Steinmetz, M.F. Ferreira, A.C. Costa, M.A. Wozniak, 2000: Mudanças
626 climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira.
627 *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.8, n.2, p.311-320.
- 628 Soares Filho, B.S; L. Hissa, A. Nassar, L. Harfuch, M. M. R. Moreira, L. C. Bachion, L. B.
629 Antoniazzi, L. G. Barioni, G. Martha Jr, R. D. Sainz, B.J.R. Alves, M. A. Lima, O. Martins,

- 630 M. C. Branco, R. Toledo, M.R.L.V. Leal, F. Marques, R. Ferreira, L. Goulart, T. Mendes, C.
631 Gouvello, A. Moreira, B. Farinelli, J. M. Chang, R. Pinto, J. Hato e S. Pacca, 2010: Estudo de
632 baixo carbono para o Brasil. Relatório de Síntese Técnica: Uso da terra, Mudanças do uso da
633 terra e florestas. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento / Banco Mundial,
634 292p..
- 635 SOS Mata Atlântica, 2011: *Atlas Dos Remanescentes Florestais Da Mata Atlântica*, período 2008-
636 2010. Fundação SOS Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo.
- 637 Teixeira, M. S. 2004: Atividade de ondas sinópticas relacionadas a episódios de chuvas intensas na
638 região Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado- Meteorologia. INPE, São Jose dos Campos. 94
639 pp.
- 640 Thompson, J.; C. Cairncross, 2002: Drawers of water: assessing domestic water use in Africa. *Bull*
641 *Who*, v. 80, p. 61-62.
- 642 Xavier, T.M.B.S , A.F.S. Xavier e M.A.F.Silva Dias, 1994: Evolução da Precipitação Diária num
643 Ambiente urbano: O Caso da Cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 9, 44-
644 53.
- 645 Vilas Boas, M. H. A. e R. Dias, 2010: Biodiversidade e turismo: o significado e importância das
646 espécies-bandeira. *Turismo & Sociedade*, Curitiba, v. 3, n.1, p. 91-114.
- 647 Vincent L., T. Peterson, V. R. Barros, M. B. Marino, M.P. Rusticucci., G. Miranda, E. Ramirez,
648 L.M. Alves, T. Ambrizzi, J. Baez, J.I. Barbosa de Brito, M. Berlato, A.M. Grimm, R. Jaildo
649 dos Anjos, J.A. Marengo, C. Meira, L. Molion, D.F. Muncunil, D. Nechet, E. Rebello, J.
650 Abreu de Sousa, Y.M.T. Anunciação, J. Quintana, G. Santos J. Ontaneda, J. Baez, G. Coronel,
651 V.L. Garcia, I.T. Varillas, M. Bidegain, V. Corradi, M.R. Haylock e D. Karoly, D. 2005:
652 Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes In South America, 1960-2002,
653 *Journal of Climate*, 18, 5011-5023.
- 654 Webster, P. J.; G.J. Holland; J.A. Curry; H.R. Chang, 2005: Changes in Tropical Cyclone Number,
655 Duration, and Intensity in a Warming Environment. *Science*. V. 309, n. 5742 pp 1844-1846,
656 doi: 10.1126/science.1116448.
- 657 Wigley, T. M. L. ; P.D. Jones, 1985: Influences of precipitation changes and direct CO2 effects on
658 streamflow. *Nature* 314, 149-152.
- 659 Wilkinson, C., O. Lauden, H. Cesar, G. Hodgson, J. Rubense A. Strong, 1999: Ecological and
660 socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean. An ENSO impact and a
661 warning of future change? *Ambio* 28(4):188-196.
- 662 Zullo JR, J.; H.S. Pinto; E.D. Assad, 2006: Impact Assessment Study of Climate Change
663 According to IPCC Prognostics on Brazilian Agricultural Zoning. Meteorological
664 Applications, *Royal Meteorological Society*, v. 1, p. 69-80.