

## **Mudanças climáticas e impactos econômicos: avaliações para o Brasil.**

*José Diego de Sousa Dias\**

*Talita Jéssica do Nascimento de Araújo\*\**

**Linha temática:** Economia Agrícola e Economia do Meio Ambiente

**Classificação JEL:** O130 Q540

### **RESUMO**

Este artigo realiza um levantamento da literatura brasileira a respeito dos impactos das mudanças climáticas na economia e no bem-estar, apontando os principais resultados encontrados além de salientar as opções metodológicas mais adotadas pelos autores. Dentre os resultados alcançados é possível destacar: redução do PIB, aumento de custos decorrente de medidas preventivas para a costa do país, perdas de produção, intensificação das desigualdades regionais e aumento dos riscos de dengue. Ainda, em termos econômicos, para o caso brasileiro, é possível perceber que políticas de mitigação, como comércio de emissões e impostos sobre o desmatamento, são superiores às perspectivas de adaptação.

**Palavras-Chave:** mudanças climáticas; impactos econômicos; Brasil.

### **SUMMARY**

This paper presents a survey of Brazilian literature on the impacts of climate change on the economy and welfare, pointing out the main results found besides highlighting the methodological options most adopted by the authors. Among these results achieved, it is possible to highlight GDP reduction, costs arising from preventive measures for the coast of the country, intensification of regional inequalities and increased risks of dengue. In addition, in economic terms, for the Brazilian case, it is possible to realize that mitigation policies, such as emissions trading and deforestation taxes, are superior to the prospects of adaptation.

**Keywords:** climate changes; economic impacts; Brazil.

\* Mestrando do curso de Economia Aplicada da Universidade Federal de Rio Grande – FURG;  
diih.dias@gmail.com

\*\* Mestranda do curso de Economia do Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM;  
araujo-talita@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

As causas da elevação da temperatura terrestre e seus consequentes efeitos são temas em construção, havendo ainda bastante dissensos sobre a responsabilidade humana no acirramento do efeito estufa. A despeito das discordâncias, têm-se obtido cada vez mais indícios, através de variadas áreas da Ciência, de que há uma tendência secular de elevação da temperatura do planeta. Nesse sentido, a comunidade científica mundial vem realizando esforços no intuito de esclarecer as mudanças climáticas e criar um sentimento de urgência e conscientização a cerca deste tema. Assim, tem-se divulgado relatórios que nos ajudam a entender como poderão se dar essas mudanças e quais seus possíveis impactos, como os relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e do *Stern's Review on the Economics of Climate Change*.

Segundo o IPCC (2007), a terra vem passando por um aumento na sua temperatura média e, até o final do século XXI, a tendência é que esta temperatura continue a subir, podendo chegar a alterações de 1,1°C até 6,4°C, considerando a média de 1990 como referência. Além disso, são previstos aumentos na precipitação em algumas regiões e reduções em outras, bem como elevação dos níveis dos oceanos, frequência de furacões etc.

Alguns setores, por sua alta dependência às variáveis climáticas, sofrerão grandes perdas frente a estas drásticas mudanças, como é o caso dos setores agrícola e da zona costeira. Estes impactos afetam o crescimento econômico e, portanto, o bem-estar da população.

Para exemplificar, um estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2008) revelou que já em 2020 um aumento na temperatura em decorrência do aquecimento global pode causar perdas de safras no valor de R\$ 7,4 bilhões e alterar consideravelmente a geografia da produção agrícola no Brasil, como colocam Silva e Gurgel (2012).

Entretanto, os impactos diretos<sup>1</sup> não são a única forma com a qual o crescimento econômico pode ser afetado por mudanças no clima. Segundo Fankhauser e Tol (2005), a perspectiva de danos futuros afeta a acumulação de capital e a propensão das pessoas a economizar, portanto, altera também a taxa de crescimento econômico.

---

<sup>1</sup> Impactos diretos ao recursos ambientais, via extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.

Nesse sentido, o presente artigo tem por objetivo apresentar diferentes trabalhos, os quais se propuseram a estimar os impactos econômicos de cenários de políticas climáticas para o Brasil, dando enfoque às metodologias utilizadas, além de fazer uma comparação das suas conclusões e das obtidas através do trabalho de Fankhauser e Tol (2005).

<b>Impactos Diretos</b>	<b>Impactos Indiretos</b>
Danos às casas e ao seu conteúdo	Interrupção dos negócios (para aqueles que não sofreram impactos diretos)
Danos ao capital da empresa e perdas de produção	Efeitos multiplicadores
Danos à infraestrutura	Custo de adaptação ou redução de utilidade para perdas de uso
Mortalidade e ferimentos	Mortalidade e ferimentos
Degradação ambiental	Degradação ambiental
Resposta emergencial e limpeza de danos	

Tabela 1: Impactos diretos e indiretos de desastres

Fonte: adaptado a partir de Kousky (2014)

## **2. PRINCIPAIS ESTUDOS SOBRE O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICA PARA A ECONOMIA BRASILEIRA**

As previsões do IPCC impulsionaram a publicação de muitos trabalhos, principalmente a nível global, onde se destacam dois: Nordhaus (1992) e Darwin *et al.* (1995). Aquele utiliza um modelo de equilíbrio geral computável em conjunto com um modelo de crescimento neoclássico e este utiliza um modelo de equilíbrio geral computável aplicado à agricultura americana.

A importância do tema e o crescente aumento no volume de publicações fez com que houvesse mobilizações por parte também da comunidade científica brasileira. Silva e Magalhães (2016), por exemplo, baseiam-se em um modelo teórico e em uma abordagem hedônica para mostrar que os efeitos das alterações climáticas deverão ser sentidos principalmente pelas regiões menos desenvolvidas. O modelo teórico toma como base um modelo de Caplan, Cornes e Silva (2003) que separa o território em diversas regiões e as divide em dois setores produtivos, um de bem industrial e um de bem agrícola. Onde o setor industrial produz bens que são consumidos e utilizados pelo setor agrícola e que geram emissões de CO<sub>2</sub>, resultando em externalidades negativas sobre o setor agrícola e sobre o bem-estar dos consumidores.

Os autores concluem apontando a necessidade da adoção de políticas públicas como, por exemplo, melhorias de infraestrutura, tecnologia e investimento em capital humano como medidas que devem ser adotas para mitigação dos efeitos negativos e para a adaptação eficiente a um clima mais adverso.

Marcovitch *et al.* (2010) utiliza um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) que se baseia nos cenários A2 e B2 do IPCC para simular os cenários futuros da economia brasileira frente às mudanças climáticas. A simulação destes, chamados de A2-BR e B2-BR, mostrou que os impactos dessas mudanças sobre a economia brasileira levarão a uma perda de 0,7% a 1,5% do PIB (em valores de 2008) no período de 2008-2050. Além disso, a pesquisa aponta a agricultura como o setor econômico que mais se prejudicará com as mudanças, com perdas permanentes de produção de 3,6% e 5,0% em 2050, para os cenários A2-BR e B2-BR respectivamente. E, tal qual o modelo anterior, mostra que as regiões mais afetadas serão as mais pobres do país, intensificando, assim, as desigualdades regionais. A tabela 1 abaixo mostra esse efeito sobre o PIB para cada região do país.

Ainda segundo essa pesquisa, todos os estados terão perdas expressivas na agricultura, com exceção daqueles mais frios, que passarão a ter temperaturas mais amenas e mais favoráveis à agricultura.

REGIÕES DO ESTADO <sup>2</sup>	CUSTOS DA MUDANÇA DO CLIMA NO BRASIL EM % DO PIB			
	Cenário A2-Br		Cenário B2-BR	
	2035	2050	2035	2050
Norte	-0,7%	-1,20%	-2,10%	-3,10%
Rondônia	-0,9%	-1,70%	-2,70%	-4,10%
Acre	-0,2%	-0,50%	-1,50%	-2,10%
Amazonas	-0,6%	-1,00%	-2,30%	-3,20%
Roraima	-1,1%	-1,80%	-2,60%	-3,60%
Pará	-0,6%	-1,10%	-1,70%	-2,50%
Amapá	-0,1%	-0,40%	-2,00%	-3,10%
Tocantins	-1,6%	-2,70%	-2,80%	-4,30%
Nordeste	-1,0%	-1,60%	-2,10%	-2,90%
Maranhão	-3,8%	-5,50%	-5,00%	-7,00%
Piauí	-0,8%	-1,30%	-3,60%	-5,50%
Ceará	-1,6%	-2,70%	-3,50%	-4,40%
Rio Grande do Norte	-0,8%	-1,40%	-2,50%	-3,60%
Paraíba	-1,6%	-2,60%	-2,70%	-1,10%

<sup>2</sup> Em comparação com os respectivos PIBs setoriais projetados sem mudança do clima.

Pernambuco	-0,8%	-1,40%	-2,60%	-4,10%
Alagoas	-6,2%	-8,20%	-6,50%	-7,60%
Sergipe	-0,5%	-1,00%	1,20%	1,70%
Bahia	0,2%	-0,10%	-0,30%	-0,70%
Sudeste	-0,3%	-0,60%	-1,50%	-2,40%
Minas Gerais	-0,5%	-1,00%	-1,70%	-2,70%
Espirito Santo	-2,4%	-3,60%	-3,00%	-4,50%
Rio de Janeiro	0,2%	0,10%	-0,90%	-1,40%
São Paulo	-0,3%	-0,50%	-1,60%	-2,50%
Sul	1,3%	2,00%	0,00%	0,00%
Paraná	1,8%	2,90%	0,50%	0,80%
Santa Catarina	0,1%	0,20%	-1,60%	-2,50%
Rio Grande do Sul	1,5%	2,30%	0,40%	0,60%
Centro-Oeste	-1,8%	-3,00%	-3,00%	-4,50%
Mato Grosso do Sul	-2,1%	-3,50%	-3,30%	-5,20%
Mato Grosso	-6,7%	-9,90%	-7,70%	-11,10%
Goiás	-0,3%	-0,70%	-1,80%	-3,10%
Distrito-Federal	-0,1%	-0,20%	-1,20%	-1,80%
SETORES				
Agropecuária	-1,70%	-2,50%	-2,90%	-4,50%
Indústria	-0,20%	-0,30%	-1,30%	-2,00%
Serviços	-0,10%	-0,40%	-1,40%	-2,10%
REDES DE CIDADES <sup>3</sup>				
Regiões metropolitanas	-0,10%	0,30%	-1,30%	-2,00%
Capitais	-0,20%	-0,40%	-1,40%	-2,10%
Interior	-0,50%	-0,80%	-1,80%	-2,60%
SOCIAIS				
PIB/capita <sup>4</sup>	-0,30%	-0,50%	-1,50%	-2,30%
Pobreza <sup>5</sup>	0,02%	0,02%	0,06%	0,06%

Tabela 2: Detalhes do impacto na sociedade (desigualdades regionais se intensificam).

Fonte: adaptado a partir de Marcovitch *et al.* (2010)

Para a zona costeira, os autores fizeram um estudo com base em duas metodologias. Na primeira, para estimar os custos decorrentes do aumento do nível do mar, adaptou-se a metodologia de Nicholls *et al.* (2008), onde foram analisadas as zonas com potencial de alagamento e aquelas onde é maior o risco de perdas em função do aumento do nível do mar, levando-se em conta os cenários A2 e B2 do IPCC, para os próximos cem anos.

<sup>3</sup> Em % dos respectivos PIBs regionais projetados sem mudança do clima. Regiões metropolitanas: Manaus, Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Porto Alegre: capitais, microrregiões das capitais estaduais.

<sup>4</sup> Em comparação com os respectivos valores projetados sem mudança do clima.

<sup>5</sup> Variação percentual média anual no período.

Na segunda, o valor de proteção da linha de costa é dado a partir de uma estimativa dos patrimônios que lá se encontram (urbanização, redes de serviços públicos etc.) e então, conhecendo a população por unidade de comprimento da linha da costa (PLC) e o valor do PIB per capita, estabelece-se um valor do PIB/km de linha de costa (PIB-LC). Quanto maior for o PIB-LC, maior o valor do patrimônio potencialmente impactado pela elevação do nível do mar.

			Valor estimado Metodologia de Percentual da População (R\$ milhões)	Valor estimado Metodologia de Linha de Costa (R\$ milhões)
Estado	Microrregião			
<b>1</b>	RJ	<b>Rio de Janeiro</b>	R\$ 55.646,73	R\$ 84.313,23
<b>2</b>	BA	<b>Salvador</b>	R\$ 13.995,11	R\$ 21.204,71
<b>3</b>	RS	<b>Porto Alegre</b>	R\$ 11.148,55	R\$ 16.891,74
<b>4</b>	ES	<b>Vitória</b>	R\$ 9.716,13	R\$ 14.721,42
<b>5</b>	SP	<b>Santos</b>	R\$ 9.522,65	R\$ 14.428,25
<b>6</b>	PE	<b>Recife</b>	R\$ 8.673,03	R\$ 13.140,96
<b>7</b>	CE	<b>Fortaleza</b>	R\$ 8.008,74	R\$ 12.134,45
<b>8</b>	<b>Outras microrregiões</b>		R\$ 19.789,06	R\$ 30.655,24

Imagen 1: Valor estimado dos custos decorrentes ao aumento do nível do mar.

Fonte: Marcovitch *et al.* (2010)

A partir desses modelos, estima-se, para o cenário mais elevado de nível do mar e de eventos meteorológicos extremos, que o valor material em risco na zona costeira é de R\$ 136 bilhões, usando-se a primeira metodologia, e R\$ 207,5 bilhões, usando a metodologia alternativa.

Segundo Silva e Gurgel (2012), os custos de se controlar as emissões de GEE no Brasil são modestos frente ao potencial de redução de emissões. Em parte, isto se deve graças à disponibilidade de fontes de energia renovável no país, como o etanol e a cana de açúcar. O trabalho sugere a comercialização de permissões de emissões como medida para reduzir ainda mais os custos de controle desses gases. E a criação de um imposto sobre o desmatamento, equivalente a US\$ 20 por tonelada de CO<sub>2</sub>. Para chegar a tais resultados os autores utilizam um modelo aplicado de equilíbrio geral computável (EGC), baseado no modelo *Emissions*

*Prediction and Policy Analisys* (EPPA), desenvolvido no *Massachusetts Institute Technology (MIT)*, incorporando especificações da economia brasileira.

O trabalho de Feijó e Porto Junior (2009) corrobora com o resultados encontrados posteriormente por Silva e Gurgel (2012) no que diz respeito à melhor estratégia que deve ser abordada pelo Brasil para participar do processo de redução das emissões de CO<sub>2</sub>: comércio de emissões. A metodologia empregada aqui também é a EGC, porém os autores utilizam uma versão modificada do GTAP (*Global Trade Analysis Project*) para simular cinco cenários com alternativas de implementação do Protocolo de Quito.

Mudanças climáticas também devem afetar diretamente a saúde da população. Pereda (2012) mostra que variações no clima devem aumentar a incidência de casos de dengue em grande parte das regiões do Brasil, principalmente no sul e no sudeste. Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Bahia, e Goiás são as cidades com maior risco de dengue (PEREDA, 2012) e segundo a autora deverá haver um aumento deste risco caso ocorram as mudanças esperadas para essas regiões. Apesar disto, os testes encontraram efeitos positivos para a região norte e para parte do nordeste, ou seja, nestas áreas as mudanças climáticas deverão reduzir as condições necessárias para a proliferação do mosquito. A metodologia empregada neste trabalho foi a econométrica, estimando-se os modelos Binomial e de Poisson através do processo de máximo verossimilhança.

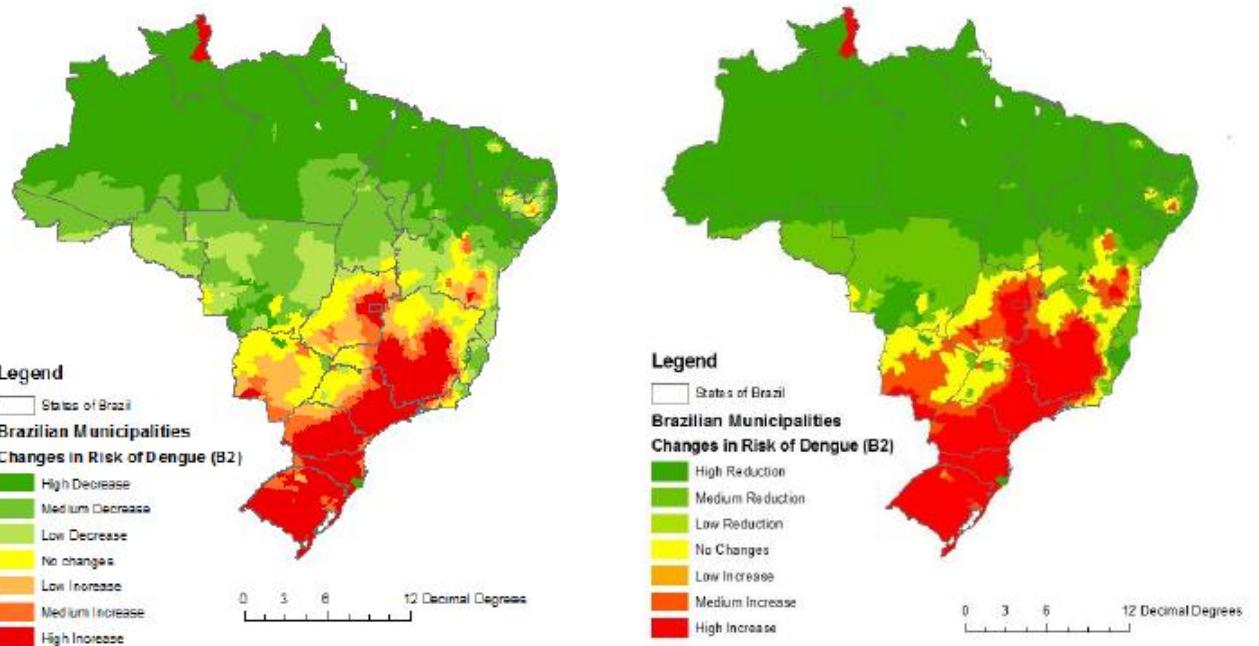


Imagen 2: Potenciais mudanças no risco de dengue devido às mudanças de temperatura esperada para os anos de: 2040 à 2069 (esquerda) e 2070 à 2099 (direita).

Fonte: Pereda (2012)

Silva (2011) se vale dos Sumários para Formuladores de Políticas que integram o Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) para identificar as causas e consequências da mudança global do clima e, para as considerações sobre os aspectos econômicos dessas mudanças, toma por base o Relatório Stern, publicado em 2006, constituindo-se como o estudo mais abrangente sobre os custos associados ao fenômeno. Através da análise desses documentos, o autor conclui que o custo total das mudanças climáticas nos próximos dois séculos, associadas às emissões com o cenário BAU [business-as-usual], implica impactos e riscos que são equivalentes a uma redução média do consumo per capita global de, no mínimo, 5%, agora e para sempre.

Segundo as pesquisas analisadas pelo referido autor, uma estabilização da concentração de GEE entre 500 e 550 partes por milhão (ppm) em 2050, o que significaria um aumento suportável de 2 °C em relação aos níveis pré-industriais, custará, em média, até 2050, cerca de 1% do PIB anual global. Isso é significativo, mas totalmente compatível com o crescimento e desenvolvimento continuados, ao contrário das mudanças climáticas incontroladas, que acabarão por ameaçar significativamente o crescimento (SILVA, 2011).

Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014), no Brasil, a principal fonte de emissões de GEE é o desmatamento causado pela expansão das fronteiras agrícolas, principalmente na região amazônica. Em segundo lugar encontram-se as atividades agrícola e pecuária, seguido, em terceiro, pelo setor energético. A tabela abaixo, apresentada na Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima (Brasil, 2010a), mostra o crescimento nas emissões de GEE destes setores entre os anos de 1990 e 2005.

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

Tabela 3: Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa no Brasil, de 1990 a 2005

Fonte: Brasil, 2010 (*apud* PBMC, 2014)

O estudo de Guilhoto, Lopes e Mota (2002) simula impactos ambientais decorrentes da trajetória de crescimento econômico da economia brasileira, especialmente em duas dimensões: relação com a emissão de GEEs e impactos sobre os recursos naturais da região Norte, concluindo que a intensidade de energia e água por produto e a carga poluidora decrescem em termos relativos, concomitantemente a uma desconcentração industrial em favor das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Abdallah (2012) estuda os efeitos das mudanças climáticas sobre a região estuarina da Lagoa dos Patos, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Mais especificamente, os impactos do El Niño sobre a atividade da pesca do camarão-rosa. Sendo esta, segundo a autora, determinante para a saúde da pesca artesanal na região. Envolvendo, direta e indiretamente, 33,4 mil pessoas, a pesca do camarão-rosa gera uma receita média anual que representou, para o período analisado, 73% e 51% do total da pesca dos estuarino-dependentes e da pesca artesanal do Rio Grande do Sul, respectivamente. Os resultados apontam para uma perda econômica média, por ano afetado pelo El Niño, de US\$ 7,4 milhões, implicando em

vulnerabilidade socioeconômica aos povos pesqueiros da região da Lagoa dos Patos. Por fim, Abdallah conclui que é necessário a antecipação por parte dos indivíduos e das instituições públicas para planejar medidas de mitigação dos impactos climáticos sobre as atividades econômicas. No trabalho, utilizou-se inicialmente uma análise de séries temporais de volumes capturados do camarão-rosa para estimar a captura média para períodos onde não ocorreram o evento El Niño, em seguida calculou-se a diferença deste valor com aquele onde ocorreram altos volumes de descarga de água na Lagoa dos Patos. O que mostra a quantidade de camarão-rosa, em toneladas, que os pescadores deixaram de pescar devido à presença do evento climático. A tabela abaixo ilustra este valor de captura reduzida (desembarque negativo) em conjunto com a quantidade que se deixou de ganhar (receita negativa) devido aos impactos do El Niño na região.

Anos	Desembarque Negativo (Toneladas)	Receita Negativa US\$ 1,000
1966	1428	7,033
1973	1461	16,858
1977	897	140
1983	1024	7,325
1998	2012	14,291
2001	1995	7,975
2002	1035	3,767
Total	9853	59,236

Nota: os valores monetários estão em dólares americanos, após atualização dos valores da moeda nacional em Real de março de 2011, pelo IGP-DI.

Tabela 4: Desembarque e receita negativa por ano.

Fonte: Abdallah (2012)

O trabalho de Sanghi et al. (1997) utiliza-se de um modelo ricardiano para avaliar os impactos da mudança climática na agricultura brasileira. Segundo os autores, a partir de uma

função lucro, as condições climáticas e edáficas se manifestariam via alteração do valor da terra. A partir de amostras obtidas por recorte municipal, dos censos realizados entre 1970 e 1985, e considerando um cenário de aumento da temperatura de 2,5° C e aumento das precipitações pluviométricas em 7%, é possível constatar efeitos no valor da terra entre -2,16% – amostra de 1980 – e -7,4% – amostra de 1975. Ademais, os efeitos regionais são significativamente heterogêneos, mas é possível visualizar que os estados do Centro-Oeste e do Sudeste e ainda os do Tocantins e de Rondônia, observariam as maiores quedas no valor da terra.

Na ausência de medidas paliativas com relação às variações no clima, Sanghi (1998) (apud Mendelsohn e Dinar, 1999) percebe uma redução na renda de 5% a 11%, caso ocorra no Brasil uma elevação média de 2° C na temperatura. Se o aumento for de 3,5° C, a renda declinaria de 7% a 14%. A metodologia empregada para obter estes resultados é, também, por meio de um modelo ricardiano.

Timmins (2006), inspirado em Sanghi et al. (1997), com o objetivo de analisar futuros impactos da mudança climática sobre os solos brasileiros, optou por dividir o território brasileiro em oito solos distintos para seis regiões brasileiras: Norte, Nordeste, Sul, Centro-Oeste, Minas Gerais e, finalmente, outros estados do Sudeste. Novamente, usando a técnica ricardiana, endogenizou o uso do solo e concluiu que a mudança climática pode aumentar ainda mais o ritmo de desflorestamento e alimentar, por consequência, ainda mais, o processo de mudanças climáticas.

Os resultados do trabalho acima citado mostram que elevações das temperaturas no verão tenderiam a diminuir a área de florestas e as lavouras permanentes, beneficiando as lavouras temporárias e principalmente as pastagens. No movimento oposto, o aumento de temperaturas no inverno provocaria a redução das áreas de pastagens e o aumento de áreas de florestas naturais. Para as lavouras, a elevação de temperaturas no período de inverno provocaria a redução das áreas de lavouras temporárias em Minas Gerais e nas regiões Sudeste e Sul e, inversamente, o aumento para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Outra análise, utilizando-se da mesma abordagem, é encontrada em Feres Reis e Speranza (2008) e se detém no caso da agricultura brasileira, avaliando impactos sobre a lucratividade e o preço da terra. Os produtores são supostos maximizadores de rentabilidade e, portanto, recorrem às culturas mais lucrativas. As informações são colhidas a partir de dados dos censos agropecuários brasileiros, entre 1970 e 1995, e, em paralelo, considerando os cenários B2 e A2 do IPCC. Como resultado, considera-se que o modelo construído para o preço

da terra é pouco robusto, ao passo que o modelo para a lucratividade apresenta resultados consistentes. Neste indicador, o modelo prevê que a lucratividade poderia cair, no contexto geral do Brasil, apenas 0,8%, entre 2040 e 2069, para o cenário mais brando (B2), ou 3,7% para o cenário mais pessimista (A2). Se for considerado o intervalo de anos entre 2070 e 2099, os impactos seriam de -9,4% (B2) ou -26% (A2). Contudo, como esperado, os resultados são heterogêneos para o nível regional. Avaliando as cinco grandes regiões brasileiras, percebe-se que o resultado confirma o comportamento conhecido: Norte, Nordeste e Centro-Oeste observam prejuízos, enquanto Sul e Sudeste – exceto para o horizonte 2070-2099 no cenário A2 – apresentam ganhos classificados como notáveis.

O trabalho de Moraes (2007) utiliza-se de uma metodologia de Equilíbrio Geral Computável e de dados da matriz insumo-produto de 1996 agregados em nível nacional. O autor conclui que as variações, para o produto interno bruto (PIB), decorrentes dos efeitos da mudança climática, situam-se entre quedas de 0,18% a 0,92%, dependendo do cenário.

Predominantemente, os artigos que tratam do Brasil não foram capazes de captar os efeitos das mudanças climáticas nos bens de não mercado (bens recreativos, comodidade do clima etc). Mas, como foi mostrado acima, essas mudanças tem bastante efeito sobre a produção, logo, sobre a acumulação de capital e as taxas de poupança, como mostra Fankhauser *e Tol* (2005). Em boa parte dos estados ocorrerão efeitos negativos sobre a produção, contudo, em alguns casos, poderão ocorrer efeitos positivos, como na plantação de cana-de-açúcar que, no cenário B2-BR, poderá ter um ganho nas possíveis áreas de produção de até 118%, em 2070 (MARCOCVITCH *et al.*, 2010).

Os impactos na saúde também afetam a acumulação de capital e as taxas de poupança. Por exemplo, a análise de Pereda (2012) têm confluência com a de Fankhauser e Tol (2005) na medida em que o aumento da incidência dos casos de dengue deverá afetar a quantidade de trabalho disponível e a razão capital trabalho. Além disso, Marcovitch *et al.* (2010) também mostrou que deverá haver prejuízos aos patrimônios que se encontram nas zonas costeiras do país, o que implica em custos de manutenção e reconstrução e afetam as decisões dos poupadore.

Na tabela 5 abaixo há uma sintetização dos estudos analisados, que tratam da economia, destacando suas áreas de concentração e metodologias empregadas.

<b>Referência</b>	<b>Dimensões contempladas</b>	<b>Metodologia</b>
Abdallah (2012)	Pesca	Séries de tempo.
Silva e Magalhães (2016)	Agricultura	Macroeconômica
Marcovitch <i>et al.</i> (2010)	Agricultura; Energia; Zona Costeira	Equilíbrio Geral Computável
Silva e Gurgel (2012)	Meio Ambiente	Equilíbrio Geral Computável
Feijó e Porto Junior (2009)	Meio Ambiente	Equilíbrio Geral Computável
Pereda (2012)	Saúde; Agricultura	Econométrica
Silva (2011)	Meio Ambiente	Macroeconômica
Guilhoto, Lopes e Mota (2002)	Meio Ambiente	Equilíbrio Geral Computável
Sanghi et al. (1997)	Agricultura	Macroeconômica
Sanghi (1998)	Meio Ambiente;	Macroeconômica
Timmins (2006)	Agricultura	Macroeconômica
Feres Reis e Speranza (2008)	Agricultura	Macroeconômica
Moraes (2007)	Meio Ambiente	Equilíbrio Geral Computável

Tabela 5: Estudos econômicos sobre mudança climática para o Brasil.

Elaboração dos autores

### 3. CONCLUSÃO

Em se tratando do cenário brasileiro, quando falamos de impactos advindos de mudanças climáticas, percebe-se que o setor agrícola é o mais abordado, possuindo maior quantidade de trabalhos voltados para a sua análise, ao passo que áreas que envolvem as zonas costeiras são menos exploradas. Podendo-se inferir, então, que a menor abordagem desse setor esteja relacionada, ao menos em parte, à indisponibilidade ou mesmo dificuldade de obtenção de dados para esse ramo. Entre as metodologias, pôde-se observar que o Equilíbrio Geral Computável vem sendo empregado com mais frequência para esse tipo de estudo, independentemente do setor.

Um fator comum aos trabalhos pesquisados é a conclusão de que áreas mais pobres são mais sensíveis a mudanças na temperatura. Ademais, o estudo aponta que investir em mecanismos de adaptação é mais custoso do que investir em medidas de mitigação das adversidades.

No que tange à análise da saúde, conclui-se que, apesar dos possíveis ganhos das regiões norte e nordeste nesse aspecto, devido ao clima se tornar menos propenso para a proliferação da dengue, este efeito não é capaz de superar o efeito negativo na produção.

Nota-se, portanto, a existência de uma confluência entre os resultados obtidos a partir dos trabalhos que se dispõem a tratar da questão dos impactos das mudanças climáticas para a economia brasileira, a despeito da diversidade de metodologias usadas e da heterogeneidade dos setores abordados. Além disso, também são observadas similaridades entre os trabalhos brasileiros para o referido campo e a análise de Fankhauser e Tol (2005).

## **REFERÊNCIAS**

- ABDALLAH, Patrícia Raggi; SILVA, Denis Hellebrandt da. Efeito de eventos El Niño na economia da pesca do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. 2012.
- FANKHAUSER, Samuel; TOL, Richard SJ. **On climate change and economic growth**, Resource and Energy Economics, v. 27, p. 1-17, 2005.
- FEIJÓ, Flávio Tosi; JÚNIOR, Sabino Porto. O Protocolo de Quioto e o Bem-Estar Econômico no Brasil-uma Análise Utilizando Equilíbrio Geral Computável. **Análise Econômica**, v. 27, n. 51, 2009.
- FERES, Jose Gustavo; REIS, Eustáquio Jose; SPERANZA, Juliana Simoes. **Assessing the impact of climate change on the Brazilian agricultural sector**. 2008.
- GUILHOTO, Joaquim José Martins; LOPES, Ricardo Luis; MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Impactos ambientais e regionais de cenários de crescimento da economia brasileira-2002-2012**. 2002.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007**: mitigation of climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007a. 851 p. Disponível em: <<http://www.ipcc-wg3.de/publications/assessment-reports/ar4/working-group-iii-fourth-assessment-report>> Acessado em: 31 ago. 2017.
- KOUSKY, Carolyn. Informing climate adaptation: A review of the economic costs of natural disasters. **Energy Economics**, v. 46, p. 576-592, 2014.
- MARCOVITCH, Jacques; MARGULIS, S.; DUBEUX, CBS. Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades. **São Paulo: IBEP Gráfica**, 2010.
- MORAES, G. I. A economia da mudança climática e seus efeitos sobre a agricultura e a agroindústria brasileira. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina, Paraná. **Anais...** Brasília: Sober, 2007.

MOTA, J. A.; GAZONI, J.; GÓES, G. S. Economia das mudanças climáticas. **Rio de Janeiro: Ipea**, 2008.

PEREDA, Paula Carvalho. **Long-and short-run climate impacts on Brazil: theory and evidence for agriculture and health**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PBMC, 2014: Mitigação das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Bustamante, M. M. C., Rovere E.L.L, (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 463 pp.

SANGHI, A. **Global warming and climate sensitivity**: Brazilian and Indian agriculture. 1998. Dissertation (Ph.D.) – University of Chicago, Chicago, 1998.

SANGHI, A. *et al.* Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian model. **Economia aplicada**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 7-33, 1997.

SILVA, Carlos Henrique Rubens Tomé. **Mudança global do clima: a transferência de tecnologia e o comércio internacional**. 2011.

SILVA, J.; GURGEL, A. Impactos econômicos de cenários de políticas climáticas para o Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 42, n. 1, p. 93-135, 2012

SILVA, Marcelo Eduardo Alves; MAGALHÃES, André Matos. Os efeitos da mudança climática sobre o setor agrícola brasileiro: uma análise teórica e empírica. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, n. 4, p. 1001-1014, 2016.

STRECK, Nereu Augusto; ALBERTO, Cleber Maus. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1351-1359, 2006.

TANAJURA, Clemente Augusto Souza; GENZ, Fernando; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: Validação da modelagem do clima presente. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2007.

TIMMINS, C. Endogenous land use and the Ricardian valuation of climate change. **Environmental & resource economics**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 119- 142, 2006.