



Danielle de Sousa Alves¹

Márcia Marília de Souza Silva²

Sabrina Moura Guimarães³

Marcos Veríssimo de Oliveira Cardoso⁴

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

¹Mestranda Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, daniellesous@hotmail.com.

²Mestre Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, marciamarilia75@gmail.com.

³Mestranda Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, sabrinaguimaaraes@hotmail.com.

⁴Prof. Dr. Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, marcos.cardoso@upe.br.

Ações antrópicas sobre o meio ambiente: Mudanças Climáticas.**RESUMO**

As mudanças climáticas apresentam-se como um iminente perigo que põe em risco os ecossistemas, a biodiversidade, as comunidades culturais, entre muitos outros aspectos, afetando o bem-estar humano e ambiental. A Agropecuária é um setor muito sensível a essas variações do clima com consequências imediatas perceptíveis como, por exemplo, o aumento da suscetibilidade de erosão em terras acarretando a perda de fertilidade de solos, o que coloca em questão a segurança alimentar global. No Brasil, a degradação de terras ocasionada por desmatamentos é uma das causas de maiores emissões de gases de efeito estufa (GEE) e é motivada principalmente pela expansão da fronteira agrícola e da pecuária. Portanto a premissa é de que tal setor contribua negativamente na emissão de GEE. Assim o objetivo deste estudo é verificar quais são as medidas de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas no setor Agropecuário. Foi realizado um estudo bibliográfico a fim de contextualizar a problemática, bem como evidenciar quais são as medidas indicadas pelo plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) e pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Tal discussão é importante porquanto se preza por um desenvolvimento sustentável em prol do bem-estar de todos. Desse modo há necessidade de respostas e ações urgentes para essas iminentes eventualidades. Tais ações visam primordialmente a manutenção de um meio ambiente equilibrado e o enfrentamento das consequências já antecipadas.

PALAVRAS-CHAVE

Variações Climáticas; Brasil; Agricultura; Pecuária; Impactos.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas sobre o meio ambiente estão promovendo alterações de grande escala e impactos imprevisíveis há, pelo menos, um século. O uso inadequado dos recursos naturais, a poluição do ar, do solo e da água, o aumento da temperatura média da Terra, entre outros desdobramentos, indicam que estamos vivendo em uma nova era geológica, então chamada de Antropoceno (ARTAXO, 2014).

No contexto das mudanças climáticas apresentam-se como um importante perigo à humanidade devido aos episódios de desastres naturais extremos, como as secas prolongadas, as enchentes, a ascensão do nível do mar pelo derretimento das geleiras, alterações na disponibilidade de recursos etc. Por outro lado, têm impacto econômico que não pode ser quantificado, além de afetar as relações sociais, os níveis populacionais, na expansão de novas doenças, ou de algumas antigas, e no deslocamento ambiental. Desse

modo há necessidade de respostas e ações urgentes para o enfrentamento e prevenção dessas iminentes eventualidades. O efeito estufa é um processo natural da terra sendo responsável pela manutenção dos ecossistemas, garantindo a sobrevivência humana, porém, algumas ações antrópicas têm influenciado nesse equilíbrio natural (IPCC, 2019; LETCHER, 2021).

A Revolução Industrial em 1760 marcou um grande passo da humanidade para o desenvolvimento econômico. Todavia altas emissões de gases de efeito estufa (GEE) estão sendo lançadas ao longo desses anos e foram intensificadas devido a demanda do mundo moderno. Naquela época já era notável a falta de preocupação quanto ao meio ambiente. Com o passar dos anos despertou-se uma preocupação na comunidade científica a respeito da necessidade do surgimento de acordos internacionais para a elaboração de planos de ações que visassem o comprometimento por parte dos governos, principalmente, em relação a essas emissões de GEE. Os eventos que mais se destacaram foram a Convenção Quatro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (1992), a criação do Protocolo de Kyoto (1997) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (sigla IPCC em inglês) (1988) (BLANK, 2015).

O IPCC é um órgão indispensável para a tomada de decisões dos governos porque apresenta por meio de relatórios – em andamento sua 6ª edição – as pesquisas relevantes sobre as mudanças climáticas, medidas de adaptação e mitigação, bem como fazem um alerta sobre as possíveis consequências a curto e longo prazo, mostrando as estatísticas quanto ao aumento de temperatura. A princípio apontam para um aumento da temperatura da Terra para o limiar de 1,5° C, com limite máximo de 2° C, a qual não se conhecem com precisão os verdadeiros efeitos dessa variação (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Existem outros relatórios que se adequam conforme a perspectiva do IPCC e à realidade nacional como, por exemplo, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2014).

A economia brasileira é fortemente dependente de recursos naturais renováveis, potencialmente vulneráveis às mudanças climáticas. É necessário analisar os possíveis impactos especialmente na agricultura, recursos hídricos, energias renováveis, saúde humana, ecossistemas e biodiversidade, zonas costeiras, cidades e indústria (NOBRE,

2008). A principal causa de emissões de GEE ainda é o desmatamento que acontece na Amazônia como também em outros biomas, como a Mata Atlântica e o Cerrado, e que é impulsionado principalmente pela expansão da fronteira Agrícola e da atividade Pecuária (PBMC, 2014a, 2014b).

É muito importante uma discussão e entendimento acerca de quais são as medidas a se tomar em relação a adaptação às mudanças climáticas e a mitigação das emissões de GEE por causa das consequências imprevisíveis, e que afetam a economia, a sociedade, a biodiversidade etc. Dessa forma este estudo busca elucidar quais são essas medidas indicadas pelo plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) e pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) em relação ao setor da Agropecuária.

METODOLOGIA

O estudo tem caráter investigativo de natureza bibliográfica. Esse tipo de pesquisa compreende uma análise do material teórico sobre o assunto de interesse, com compilação e fichamento das informações importantes. Para a construção efetiva desse processo, inicialmente deu-se por uma busca de alguns dos principais pesquisadores da área e por alguns de seus trabalhos para uma imersão acerca da temática. Após essa etapa delimitou-se o objeto deste estudo (MARCONI; LAKATOS, 2003).

A revisão de literatura introdutória tem como objetivo justificar e preparar o leitor para a discussão posterior. Os termos de busca dos artigos foram escolhidos a partir dos textos lidos inicialmente. Os principais termos são: mudanças climáticas, impactos, agricultura, pecuária, adaptação e mitigação. Também se optou pela variação desses descritores para sinônimos e para o idioma inglês com a utilização de Operadores Booleanos a fim de uma busca mais assertiva e avançada.

O levantamento bibliográfico ocorreu mais abrangente na base de dados Google Scholar e mais específico em algumas revistas e sítios de órgãos governamentais. A análise de dados tomou como base uma leitura completa dos trabalhos selecionados acerca da problemática e, então, construção do corpo do texto a fim de introduzir e abordar as medidas de mitigação e adaptação no setor da Agropecuária frente às mudanças climáticas, apontados pelo plano ABC e pelo PBMC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das principais causas das mudanças climáticas a nível global tem-se a queima de combustível fóssil (carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural), para geração de energia, transporte e atividades industriais, e as práticas da Agropecuária, entre outras decorrentes, por exemplo, os desmatamentos. Geralmente estão associados a atividades de produção. Os principais GEE envolvidos no efeito estufa são: o vapor atmosférico, o dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) e um aumento em suas concentrações resulta no aquecimento global (BRASIL, 2012).

O Brasil é um dos países da América Latina que mais se destacam em relação a uma maior emissão de GEE devido ao seu poder agropecuário e territorial, sendo referência no cenário global no suprimento de commodities, com participação expressiva no PIB brasileiro (PBMC, 2014a). A Figura 1 representa uma série temporal de emissões no Brasil de CO₂ (carbono equivalente pelo fator de conversão GWP-100 com métricas do 5º relatório do IPCC) referente aos principais setores. Em primeiro e segundo lugar, respectivamente, Mudanças de Uso da Terra e Florestas e a Agropecuária.

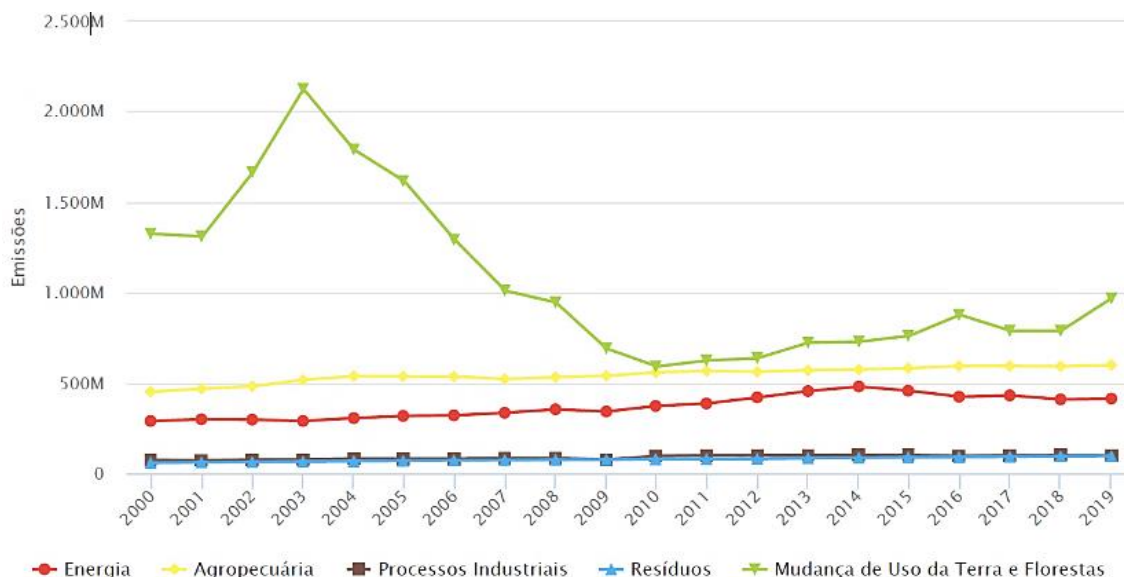


Figura 1. Emissões totais de GEE dos principais setores no Brasil entre os anos 2000 e 2019, segundo o Site SEEG Brasil.

Os GEE são gerados na Agropecuária pelos insumos de energia fóssil na síntese, por exemplo, os combustíveis dos maquinários, pelos desmatamentos e queimadas de vegetação remanescente ou de resíduos agrícolas para o preparo de áreas, pelo manejo de terras para transformação em agroecossistemas, pelo uso de fertilizantes nitrogenados, pela decomposição anaeróbica de sistemas de cultivos alagados, de aterros sanitários e na pecuária, e por emissões entéricas (fezes, urina e arrotos) de animais ruminantes. No Brasil, a conversão de florestas nativas é a principal fonte de emissão de GEE, e que acontece principalmente na Amazônia devido a expansão da fronteira Agrícola e da Pecuária (BRASIL, 2012).

Quanto aos riscos, o clima, como fator primordial, influencia em um efeito cascata no padrão de precipitações, na taxa fotossintética e no teor de carbono das plantas, que influi em seus mecanismos de defesa, bem como na severidade de doenças. Por outro lado, acarreta a perda de cultivos e solos devido a erosão, em inundações ou secas cada vez mais agravadas, influencia na taxa de produção de cultivos etc. (BETTIOL et al., 2017).

Embora alguns animais respondam às mudanças climáticas, tais respostas são insuficientes para lidar com o aumento acelerado da temperatura que perturba o grau de resiliência dos animais. Além disso a mudança do clima intensifica a degradação de terras, principalmente, em deltas de rios, terras áridas e áreas de permafrost, tais alterações são induzidas pela ação antrópica que já afetam cerca de 70% de áreas sem gelo no planeta (IPCC, 2019).

Ainda em respeito ao setor Agrícola, as regiões do Brasil que mais serão afetadas pelas variações climáticas são o Norte e o Nordeste, visto as complexas condições climáticas já existentes. A soja deverá ser a cultura mais atingida no Brasil, com perdas de até 40% de suas áreas de baixo risco até 2070. Portanto há uma urgência para que esses setores de produção compensem essas emissões (PBMC, 2014b; ANGELLOTTI; GIONGO, 2019).

A Tabela 1 apresenta as medidas de mitigação e adaptação indicadas pelo plano ABC e pelo PBMC. O primeiro aborda ações mais específicas para o setor Agrícola brasileiro. Já o segundo traz à tona um compilado de trabalhos da comunidade científica

com possibilidades de solução para os diferentes setores responsáveis pela emissão de GEE no Brasil, com detalhamento para as regiões.

Tabela 1. Ações de mitigação e adaptação na Agropecuária frente às mudanças climáticas conforme o ABC (2012) e o PBMC (2014)

Fontes	Ações
<p>Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (BRASIL, 2012)</p>	<p style="text-align: center;">Mitigação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redução do desmatamento de florestas. • Reflorestamento comercial, que impede o uso de biomassas de grande estoque de carbono. • Otimização de áreas: recuperação de pastagens degradadas e a integração Lavoura-Pecuária-Floresta e de sistemas Agroflorestais. • Implantação das técnicas de Plantio Direto e da Fixação Biológica de Nitrogênio. • Tratamento de dejetos de animais para geração de biogás e de composto orgânico.
	<p style="text-align: center;">Adaptação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instituição do Programa de Inteligência Climática na Agricultura para a identificação de áreas vulneráveis, com a criação de portal na internet e de alertas climáticos. • Capacitação de técnicos e de produtores rurais para responder aos impactos das mudanças climáticas. • Pesquisa e transferência de tecnologia: identificação de vulnerabilidades dos biomas, modelagem climática, criação de indicadores de qualidade dos sistemas produtivos, instalação do laboratório de Fenotipagem etc. • Manejo do solo e da água, incluindo a prevenção de desastres. • Produção de sementes e mudas florestais. • Análise de risco de pragas. • Disponibilização de insumos, planos safra, seguro

rural, entre outros créditos e incentivos para trabalhadores rurais.

**Painel Brasileiro de
Mudanças Climáticas
(PBMC, 2014a, 2014b)**

Mitigação

- Substituição do combustível fóssil utilizado pela indústria e maquinários por biocombustível. Por exemplo, cogeração baseada no bagaço da cana-de-açúcar e investimento em maquinário de alta eficiência energética.
- Redução das emissões por desmatamento e degradação florestal. Por exemplo, substituição de pastos degradados por plantio de cana de açúcar nas regiões centro-oeste, sul e sudeste. Além disso colheita da cana de açúcar sem a queima.
- Recuperação de pastagens por reposição de nutrientes, calagem e mesmo descompactação do solo. Além disso uso de leguminosas forrageiras para incrementar fertilidade ao solo e disponibilizar mais proteínas aos animais.
- Uso de energias renováveis em áreas rurais como, por exemplo, geração de energia solar e eólica. Isto é, uma Agropecuária de baixo carbono, eficiente no uso de recursos naturais e socialmente inclusiva.
- Plantio Direto na palha que melhora a qualidade do sistema, permitindo acumular carbono em camadas mais profundas do solo.
- Fixação biológica do nitrogênio e promoção de crescimento para reduzir as doses de fertilizantes nitrogenados com uso de inoculantes microbianos.
- Aumento dos plantios comerciais e introdução de árvores em outros sistemas de produção, por exemplo, eucalipto e pinus.
- Redução das emissões entéricas pelo balanceamento da dieta, suplementação e aditivos, e ação direta no rúmen: estratégias de manejo e alimentação.
- Biodigestores para o manejo de dejetos na suinocultura: produção de metano para posterior combustão. Bem como uso de aditivos e formas de aplicação de dejetos como adubo.

Adaptação

- Aumento da capacidade de armazenamento de água e captação de cursos e transferências de água.
- Pagamentos de Serviços Ambientais (PSA) para valorização dos ecossistemas e de seus serviços.
- Manejo comunitário de áreas naturais para conservação da biodiversidade, isto é, manutenção da fauna e da flora, bem como desenvolvimento sustentável.
- Restauração ecológica para aumento na provisão da biodiversidade e de serviços ambientais, inclusive melhoria de vida em áreas rurais.
- Adoção de cultivares tolerantes à seca em culturas não irrigadas e técnicas para melhoria da produtividade. Por exemplo, a variedade de soja desenvolvida pela Embrapa Cerrados.
- Fortalecimento da agricultura familiar e do agroextrativismo para garantia da segurança alimentar e nutricional dos brasileiros.
- Expansão de áreas irrigáveis no Brasil para 5,6 milhões de hectares.
- Instituição do programa zoneamento Agrícola de Risco Climático para orientar a geografia agrícola conforme a condição climática de cada região.
- Técnicas de manipulação experimental de precipitação, temperatura, CO₂ e ozônio para verificar o comportamento da taxa de produção em algumas plantas. Por exemplo, o sistema *Free Air Concentration Enrichment (FACE)*.
- Criação de política de abastecimento e estocagem de alimentos, a qual promove acesso universal à alimentação adequada e saudável.
- Controle biológico de doenças em lavouras.
- Desenvolvimento de sistemas orgânicos de produção.
- Sistemas de arborização para atenuar os extremos térmicos e diminuir a evapotranspiração, aumentando a umidade relativa no ambiente próximo

a culturas.

- Recuperação de sementes crioulas.
- Recuperação de nascentes.
- Uso de bioenergia.
- Uso de água residual e biossólidos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Mediante o que foi exposto, há um grande desafio para lidar com os impactos ou mesmo para mitigar as mudanças climáticas, principalmente, quando envolve os grandes interesses do setor do Agronegócio. Em respeito as oportunidades, temos a possibilidade de avançar em tecnologias e inovações para um melhor gerenciamento dos setores da Agricultura e da Pecuária (PBMC, 2014a, 2014b).

Os aspectos que envolvem a vulnerabilidade está correlacionado com a elevação da pobreza tanto populacional como dos ecossistemas. Deve-se destacar que a “variabilidade climática atual com seus extremos, acentuam a vulnerabilidade social dos mais pobres, pelo simples fato de que estes têm dificuldades estruturais de fazer frente a elas e aumentar sua capacidade adaptativa” (NOBRE, 2008, p. 7).

As políticas públicas devem atuar de forma integrada entre os setores, levando em conta tais processos. Só assim será possível enfrentar a questão de um desenvolvimento sustentável, para que seja feito de forma a preservar o meio ambiente, enfrentar as mudanças climáticas, assegurar justa distribuição de recursos e combater a desigualdade social (IPCC, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, e conforme estabelecido pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, as medidas de adaptação dizem respeito as estratégias de enfrentamento das consequências do aquecimento global, incluindo a definição de prioridades e aceleração de cronogramas, necessárias para redefinir ou adequar as atividades produtivas aos impactos da mudança de clima. Envolve também melhor gerir os ecossistemas e garantir uma melhor qualidade de vida as pessoas. As medidas de mitigação incluem estratégias para redução das fontes de emissões de GEE, que podem

ser de curto e de longo prazo, e o aumento de sumidouros desses gases. Em síntese, é muito mais barato mitigar as emissões do que arcar com os impactos das mudanças climáticas.

A crescente demanda populacional pressiona o setor Agropecuário sendo, portanto, necessário planos para atender a essa expansão. Contudo a premissa é que há necessidade de que esses setores contribuam negativamente para a elevação dos níveis atuais de emissões. Porém falar sobre as mudanças climáticas vai além de uma discussão sobre a variação de temperatura ou mesmo com foco em um setor. É também falar sobre a segurança alimentar, hídrica, energética e socioambiental. É analisar seus impactos na vida das pessoas, haja vista as menos favorecidas. É sobre a preservação dos ecossistemas e de comunidades indígenas.

Por fim é muito importante avaliar estratégias de adaptação e mitigação quanto às variações climáticas porquanto se preza pela sustentabilidade e bem comum. É necessário chamar atenção para a necessidade de antecipação e controle das atividades e riscos ligados. Muitas respostas relacionadas à terra contribuem para a adaptação e a mitigação de GEE, como combater a degradação e a desertificação de terras. Mesmo assim essas ações têm ênfase relativa, pois são específicas frente ao uso antrópico e a capacidade adaptativa das comunidades e regiões.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) da Universidade de Pernambuco – Campus Petrolina.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

ANGELOTTI, F.; GIONGO, V. Ações de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas. In: MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Cap. 13, p. 445-467.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. **Revista USP**, [S. l.], n. 103, p. 13-24, 2014.

BLANK, D.M.P. The context of climate changes and its victims. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157-172, mai./ago. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A.M.; GHINI, R. (Ed.). **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 488 p.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2021. **Apresentação da página do órgão**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 04 mai. de 2021.

IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

LETCHER, T.M. **Climate Change: observed impacts on planet Earth**. 3ª edição. Amsterdam: Elsevier, 2021. 848 p.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2003.

NOBRE, C.A. Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. **Parcerias estratégicas**, Brasília, DF, n.27, p. 7-17, dez. 2008.

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). 2021. **Apresentação da página do órgão**. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/>>. Acesso em: 07 mai. de 2021.

PBMC, 2014a: Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 pp.

PBMC, 2014b: 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.