

PRODUÇÃO AGRÍCOLA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS GRANÍFERAS NO BRASIL

AGRICULTURAL PRODUCTION: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW ABOUT CLIMATE CHANGE AND PRODUCTIVITY OF GRANITER PLANTS IN BRAZIL

Pedro Henrique Nascimento Cintra¹, Osmany Francisco Pereira De Melo¹,
Juliana Oliveira Silva de Menezes¹



Resumo: O clima é o principal fator ambiental associado à variabilidade da produtividade agrícola mundial, em especial para os sistemas de sequeiro, que ocupam grandes áreas produtoras de grãos e outros produtos agrícolas no Brasil. Se o cenário de mudanças climáticas previsto, se confirmarem no futuro, a produção agrícola mundial será afetada, pois as culturas são sensíveis a diferentes temperaturas do ar e aos níveis de CO₂ na atmosfera. Diante disto, o objetivo desta revisão bibliográfica foi ressaltar os principais, e ainda pouco conhecidos, impactos ocasionados pelas mudanças climáticas na agricultura, sobretudo para a produtividade de plantas graníferas. O aumento de 0,3 °C até o ano de 2100 afetará as principais plantas graníferas cultivadas no país, causando reduções drásticas na produção de milho, soja e feijão, refletindo em perdas de 97,2%, 81,2% e 71,9% para cada cultura respectivamente. Sendo assim, é relativamente simples compreender que as mudanças climáticas podem impactar de diferentes formas a produção grãos em todo o mundo, por estar associado à pressão parcial de CO₂ atmosférico, temperatura local e a incidência de pragas e doenças, fatores responsáveis por drásticas reduções de produtividade em culturas graníferas.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança alimentar, Grãos, Sustentabilidade.

Abstract: climate is the main environmental factor associated with the variability of world agricultural productivity, especially for rainfed systems, which occupy large areas producing grain and other agricultural products in Brazil. If the predicted climate change scenario is confirmed in the future, world agricultural production will be affected as crops are sensitive to different air temperatures and atmospheric CO₂ levels. Given this, the objective of this literature review was to highlight the main, and still little known, impacts caused by climate change on agriculture, especially for the productivity of grain plants. The increase of 0.3 °C until the year 2100 had affected the main cultivated grain plants in the country, causing drastic reductions in corn, soybean and bean production, resulting in losses of 97.2%, 81.2% and 71, 9% for each culture respectively. Thus, it is relatively simple to understand that climate change can impact grain production in different ways around the world, as it is associated with partial pressure of atmospheric CO₂, local temperature and the incidence of pests and diseases, factors responsible for drastic reductions of yield in grain crops

KEY WORDS: Food safety, Grains, Sustainability

¹Mestrandos em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás, campus Ipameri-GO, rodovia GO 330, Km 241, anel viário, Ipameri, GO, e-mail autor correspondente: aphncintra@gmail.com

Recebido em novembro de 2019
Aceito em fevereiro de 2020

INTRODUÇÃO

O planeta terra abriga as mais diversas espécies de seres vivos, ao passo que nele o clima favorece a proliferação e a manutenção da vida. O clima é facilmente definido como um estado de equilíbrio de um sistema de trocas termodinâmicas entre distintos compartimentos. Este equilíbrio está sujeito a mudanças, por não ser estacionário nem estável. Mudanças no clima do planeta são evidentes e importantes para os ecossistemas e a organização socioeconômica das comunidades. Destarte que a agricultura e a pecuária são os setores da economia nacional e internacional, mais sensíveis à instabilidade climática.

Nos últimos anos o aumento da temperatura em 1 °C, em média em todo o planeta e de 1.5 °C, no Brasil, causado pelas emissões antrópicas de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e pela mudança no uso da terra (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2015), acarretou o surgimento de eventos climáticos extremos em todo o mundo, observados, pelo surgimento de secas severas ou enchentes frequentes e pela intensificação de ciclones e tornados, presenciados com uma frequência incomum (MARENGO, 2014), afetando grandes áreas de produção e diferentes agroecossistemas na Ásia, América do Norte, África, América Central e América do sul, tudo isso, teria consequências em termos de variabilidade da produtividade na agricultura global (SCOTT et al., 2018).

As condições climáticas vivenciadas no Brasil, assim como em praticamente toda a América do sul é grandemente determinada pela a temperatura da superfície do mar e oscilações decenais do Pacífico e Atlântico que exercem forte influência na variabilidade do clima regional, estando intimamente responsável pelo sistema de

monções da América do sul. Anomalias da temperatura nas águas do mar podem resultar em impactos diretos na circulação atmosférica e no ciclo hidrológico de diversas regiões do Brasil e países adjacentes (GRIMM; ZILLI, 2009).

O clima é o principal fator ambiental associado à variabilidade da produtividade agrícola mundial, em especial para os sistemas de sequeiro, que ocupam grandes áreas produtoras de grãos e outros produtos agrícolas no Brasil. Por exemplo, a seca ocorrida na safra 2016/17, provocou perdas na produção nacional de grãos na região centro-oeste, e na região centro-sul, com destaque para São Paulo, havendo reduções do rendimento médio das lavouras de milho nos principais municípios produtores, acrescidas de anormalidades climáticas, como seca e geadas (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2017).

A agricultura é vulnerável ao aumento da temperatura do planeta, apesar disto, estudos indicam que na trajetória atual de emissões de poluentes de meia-vida como, o metano (CH₄), ozônio (O₃) e gás carbônico (CO₂), ampliou muito, sendo injetado anualmente nove milhões de toneladas adicionais de carbono, proveniente de atividades humanas, na atmosfera, o que propiciará o aquecimento global e mudanças no clima, pelo aumento médio de temperatura de 6 a 7 °C até o ano de 2100 (ARTAXO, 2014).

Se o cenário de mudanças climáticas previsto se confirmarem no futuro a produção agrícola mundial será afetada, pois as culturas são sensíveis a diferentes temperaturas do ar e aos níveis de CO₂ na atmosfera. Estudos recentes apontam que culturas graníferas com metabolismo C₃ (ex: arroz, trigo), apresentam menores

concentrações de proteínas quando cultivadas em ambientes com maiores teores de CO₂, enquanto culturas C₄ são menos responsivas (MYERS et al., 2014).

As mudanças climáticas são, portanto, um elemento vital, no crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas agrícolas, não apenas por influenciarem sobre os estresses de natureza abiótica, mas também poderão intensificar aqueles de natureza biótica, como os problemas fitossanitários, pois os fitopatógenos e as pragas ocasionam drásticas reduções de produtividade, colocando em perigo a sustentabilidade ambiental e econômica de várias atividades agrícolas (CUADRA et al., 2018).

Deste modo, o aumento na frequência e intensidade de eventos extremos gerariam impactos adversos sobre os indicadores de produção das culturas agrícolas, e resultariam em efeitos catastróficos sobre a segurança alimentar de populações das mais diferentes origens étnicas, motivando os governos internacionais a agirem através de medidas mitigadoras e adaptativas, prevenindo o aumento de danos econômicos e ambientais no globo

Assim, esta revisão objetiva ressaltar os principais, e ainda pouco conhecidos, impactos ocasionados pelas mudanças climáticas na agricultura, sobretudo para a produtividade de plantas graníferas.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PRODUÇÃO DE GRÃO NO BRASIL

O Brasil é reconhecido por ser um dos maiores produtores de grãos do mundo. De acordo com a Embrapa (2019) a expectativa é que em dez anos a produção chegue aos incríveis 255 milhões de toneladas, isso se deve ao fato do investimento em pesquisas no setor agropecuário, que permitem o desenvolvimento de cultivares que se

adaptem às mais distintas condições edafoclimáticas brasileiras. Dentre os grãos mais produzidos destacam-se soja, milho, arroz e feijão. Para a safra 2019/2020 a estimativa é que a produção de soja seja 4,7% maior que a safra anterior, totalizando uma produção de aproximadamente 120 milhões de toneladas. Desta mesma maneira, um aumento é esperado para a produção de milho, bem como o arroz, onde há sinalização de crescimento de 2,5% e 1,9% para cada cultura respectivamente. Somente a produção de feijão deve apresentar rendimento inferior à safra 2018/2019, com decréscimo de 0,7% na produtividade (CONAB, 2019).

Existem diversos fatores que podem contribuir para o aumento ou redução da produtividade de grãos, um deles é a ocorrência de fenômenos naturais, como as mudanças climáticas, por exemplo. No Brasil boa parte da produção de plantas graníferas é realizada sob condições de sequeiro, sendo essas dependentes da ocorrência de chuvas para o seu crescimento e desenvolvimento. Nos últimos anos há uma crescente preocupação com as mudanças climáticas, e como o aumento da temperatura poderá interferir na produção agrícola mundial (MARCOVITCH, 2010)

O IPCC (2014) por meio de simulações sobre os possíveis impactos que as mudanças climáticas poderão acarretar na produção de grãos no Brasil, afirma que um aumento de 0,3 °C até o ano de 2100 afetará as principais plantas graníferas cultivadas no país, causando reduções drásticas na produção de milho, soja e feijão, refletindo em perdas de 97,2%, 81,2% e 71,9% para cada cultura respectivamente. Esses dados evidenciam os riscos que a população mundial poderá sofrer com a falta de alimentos nas próximas décadas. Diante disso, as empresas de pesquisas

agropecuária, sobretudo a Embrapa, vem buscando meios de produzir plantas mais resistentes aos estresses ambientais, que poderão ser causados devido as mudanças climáticas no planeta, como déficit hídrico e altas temperaturas, por exemplo. Nas culturas de soja e feijão já existem variedades capazes de tolerar tais estresses, mas muito ainda precisa ser feito para avançar em novas tecnologias agrícolas visando à atenuação dos impactos de mudanças climáticas sobre as culturas (CGEE, 2017).

CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O clima na Terra tem sua manutenção pelo fluxo de energia solar que transpassa a atmosfera na forma de luz visível. Parte dessa energia é devolvida pelo planeta na forma de radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa (GEE) contido na atmosfera terrestre tem a finalidade de bloquear parte dessa radiação infravermelha, assim agindo como uma estufa. Muitos desses gases, como vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃), tem sua existência natural na atmosfera e são essenciais para o equilíbrio da temperatura, deixando adequada ao desenvolvimento da vida. A Terra tem sua temperatura média em torno de 14°C a 15°C e com a ausência desses GEE a temperatura na superfície do planeta seria cerca de 30°C a 33°C mais fria, ou seja, algo em torno de 18°C abaixo de zero (MOLION, 2010).

A relação entre a sociedade e a natureza se refere ao espaço geográfico, portanto, a ação humana tem gerado impacto no meio ambiente. Por isso a necessidade de comentar sobre as alterações provocadas pelo ser humano no meio ambiente e seus impactos gerados. O impacto ambiental compreende em qualquer alteração não

natural provocada no meio ambiente, seja ela positiva ou negativa. A concentração de GEE na atmosfera terrestre tem aumentado em função das atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis, a mudança no uso da terra e a atividade agropecuária (BRASIL, 2016).

As atividades antropogênicas perfazem a maior fração da parcela de dióxido de carbono liberada diariamente no globo terrestre, gás de maior contribuição ao efeito estufa devido a grande quantidade de emissões (COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – CEPAL, 2016). A consequência no aumento de GEE na atmosfera, destacando-se o dióxido de carbono (CO₂), advindo da queima de combustíveis fósseis (ex: carvão, petróleo, querosene); o óxido nitroso (N₂O), proveniente dos fertilizantes utilizados na agricultura (RODRIGUES et al., 2012), e o metano (CH₄), oriundo das atividades agropecuárias, serão as alterações no clima terrestre pelo o aumento da temperatura global, mudanças no ciclo hidrológico e a maior incidência de pragas e doenças, desafiando a agricultura mundial na produção de grãos e alimentos (IPCC, 2015).

As principais estratégias de adaptação na redução das emissões de GEE está no uso de energias renováveis, elaboração de políticas públicas que previna o desmatamento e a adoção de práticas conservacionistas nos sistemas de produção agrícolas (CARVALHO et al, 2008). Existem sistemas para uso e manejo da terra, como por exemplo, o plantio direto, integração lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta e o manejo das pastagens, podendo alterar satisfatoriamente os estoques de carbono e a emissão de GEE do solo para a atmosfera, (CARVALHO et al, 2010).

EFEITO DAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL

Um dos principais desafios na agricultura moderna é suprir a alta demanda de alimentos, conciliando com práticas sustentáveis que busquem a prevenção ambiental. À vista disso, o setor agrícola pode reduzir as emissões de gases que intensificam o aquecimento global e o surgimento de eventos climático extremos, pelo uso de combustível alternativo (CARVALHO et al., 2019).

Na agricultura a emissão de gases de efeito estufa é influenciada principalmente pelo tipo de uso da terra e ao manejo da área utilizada. Evidentemente, fatores relacionados com o clima e características do solo também interferem na intensidade em que esses gases são emitidos. Em regiões em que o solo é destinado para pastagens, nota-se que a emissão de GEE é 13% maior quando comparada a cobertura vegetal nativa. No Brasil, algumas técnicas podem atenuar a liberação de GEE, como o plantio direto, manejo que foi desenvolvido no Brasil e que tem se mostrado um método capaz de unir produtividade e sustentabilidade, reduzindo em até 3% a emissão de gases para a atmosfera (VASCONCELOS et al., 2018). Os sistemas de produção integrada são capazes de diminuir a emissão de GEE tornando o Brasil mais atrativo ao mercado internacional pela produção sustentável, tendo em vista que na atualidade os países importadores têm a preocupação com a origem e os meios ao qual se origina cada produto. (OLIVEIRA et al., 2017)

Assad et al. (2019) afirma que nos próximos anos os sistemas de integração contribuirão para uma redução considerável nos GEE, sendo uma ferramenta mitigadora muito eficaz, além de proporcionar aumento

da produção da atividade em que é destinada. O autor destaca ainda que é de extrema importância que haja um monitoramento por meio de mecanismos como o sensoriamento remoto do carbono presente no solo e da biomassa aérea nas propriedades que aderiram aos sistemas de integração (ILP ou ILPF) uma vez que o estoque de carbono no solo tende a se elevar gradativamente nesses sistemas.

ESPECIFICIDADES NACIONAIS E MUNDIAIS: AGRICULTURA E MUDANÇA CLIMÁTICAS

A atividade agrícola é crucial na produção mundial de alimentos. Os resultados do primeiro relatório sobre as medidas de mitigação aos impactos das mudanças climáticas no globo (GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY, 2019), indicam que o mundo exigirá um aumento de 70% na produção de alimentos para atender as demandas alimentares de uma população mundial com aproximadamente 10 bilhões de pessoas, até 2050. Ao mesmo tempo, que a produção atual de alimento, expressa enorme pressão sobre os bens comuns globais, pois a agricultura é responsável por 25% de todas as emissões de gases de efeito estufa.

Quanto à relação de concentração de renda e emissões de gases do efeito estufa, em nível mundial, países desenvolvidos que refletem grandes produtividades agrícolas, são os maiores contribuintes. A World Resources Institute (2016), divulgou a trajetória de emissões de gases do efeito estufa dos países de maior participação no passado e de maior contribuição hodierna, para as mudanças climáticas. As projeções mostram que a China em ordem de grandeza é o maior emissor. Em segundo lugar estão os Estados Unidos, seguido pela Índia, Rússia e Japão.

O Brasil figura-se como o sexto maior emissor anual de gases do efeito estufa, mostrando a necessidade do país em adotar políticas de baixo carbono e poluentes de meia-vida (ex: CH₄; O₃ e CO₂). Desta forma, a sociedade brasileira, assim como outros países tem optado em adotar ações de mitigação as emissões de gases do efeito estufa e estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

FORMAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS EXTREMAS

O processo de modernização gerou impactos econômicos, sociais e ambientais na sociedade contemporânea, em que, ao propiciar o desenvolvimento do setor comercial, alavancou o acúmulo de recursos financeiros nos centros urbanos e rurais, assim, gerando um grande crescimento da população, o que trouxeram consequências negativas ao meio ambiente, especialmente pela a conversão das paisagens naturais para fins mercantil, observado pelo desmatamento em larga escala, fragmentação de paisagens e degradação dos solos (CASTRO, 2005).

Os principais impactos ambientais causados pela atividade agropecuária podem ser atribuídos ao desmatamento ou conversão de ecossistemas naturais em áreas cultivadas, e as práticas de manejo inadequadas que causam degradação de áreas cultivadas. Práticas simples, indicadas para evitar a degradação dos solos, como o plantio direto na palha, plantio em curvas de nível e rotação de culturas são ainda pouco utilizadas pelos agricultores brasileiros. Observa-se também uma grande heterogeneidade no uso dessas práticas entre as regiões, sendo que, enquanto a região Sul apresenta maior percentual de utilização de

práticas de conservação do solo, as regiões Norte e Nordeste apresentam maior percentual no uso de queimadas aumentando os níveis de GEE na atmosfera local (GOUVELLO; SOARES FILHO; NASSAR, 2010).

O efeito estufa natural é essencial para a existência da vida no planeta. Os gases que causam esse efeito, chamados de gases de efeito estufa ou GEE (ex: vapor de água, dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, ozônio etc.), são responsáveis pela manutenção na atmosfera por se encontrarem em baixas concentrações. No momento os estudos indicam para o aumento das concentrações dos GEE na atmosfera, devido os níveis elevados de emissões em curto espaço de tempo (IPCC, 2014).

A aplicação inadequada de fertilizantes nitrogenados contribui para a elevação nos níveis de GEE. O aumento da quantidade dos óxidos nítrico e nitroso na atmosfera é causado pelo excesso de fertilizantes nitrogenados. O óxido nitroso participa de processos danosos ao ambiente e o podendo provocar chuvas ácidas. A destruição da camada de ozônio na estratosfera (camada da atmosfera que filtra os raios ultravioletas prejudiciais à saúde humana) é resultante da reação do óxido nitroso com o O₂ elevando o efeito estufa (aquecimento global).

Ao mitigar a emissão de GEE, adotando práticas de manejo que aumentem a matéria orgânica, simultaneamente estaria contribuindo com benefícios nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, desse modo, incrementando a expansão da agricultura em novas áreas, sem o uso excessivo de fertilizantes nitrogenados (RAVISHANKARA et al., 2009). Essas estratégias são eficazes na redução ou gerenciamento de riscos das mudanças climáticas. Todavia, como visto, eventos

extremos no clima poderão implicar em alterações na disponibilidade hídrica e na redução da atividade agrícola global, além de comprometimento do fator socioeconômico dos países produtores de grãos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura tem contribuído grandemente para a economia e segurança alimentar mundial, sobretudo pela intensificação na produção global de grãos nos últimos anos. É de consenso internacional que a produção agrícola dos países desenvolvidos e em desenvolvimento está em constante ameaça pelo o aumento incomum de eventos climáticos extremos causados pela maior quantidade de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e o fenômeno do aquecimento global, agravado pelo desmatamento e o uso inapropriado de áreas para a produção de alimentos. Muitos planos governamentais surgiram após o crescente conhecimento sobre as consequências impostas na humanidade e economia mundial gerada pelas mudanças no clima do planeta, bem como as medidas mitigadoras de emissões de gases e de estratégias adaptativas ao seu possível efeito, visando potencializar a produção de alimento no globo, acrescido da maior produção de culturas graníferas.

Sendo assim, é relativamente simples compreender que as mudanças climáticas podem impactar de diferentes formas a produção grãos em todo o mundo, por estar associado à pressão parcial de CO₂ atmosférico, temperatura local e a incidência de pragas e doenças, fatores responsáveis por drásticas reduções de produtividade em culturas graníferas.

REFERÊNCIAS

- ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 8-12, 2014.
- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. In: BUNGENSTAB, Davi José et al (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019. Cap. 11. p. 153-167.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2016.
- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C.E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2. Viçosa – MG, 2010.
- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; CERRI, C.E. P.; CERRI, C.C. Adequação dos sistemas de produção rumo à sustentabilidade. In: FALEIRO, F.G.; FARIA NETO, A. L. (Ed). **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, Brasília, 2008.
- CARVALHO, O.; OLIVEIRA, L. S.; CRUZ, G. Impactos ambientais gerados pela modernização no sistema agrícola mundial. **Revista SODEBRAS**, [S. l.], v. 2, n. 158, p. 1-6, 2019.
- CASTRO, S. S. Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 38-60, 2005.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB Cadeias do Agronegócio. s.I, 1v, s.n.t, 2017.

- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2017. **Decodificação das notas técnicas sobre alimento e aquecimento global**, Brasília, p. 1-26, 2017. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documentos/10195/734063/2679_Decodifica%C3%A7%C3%A3o+das+notas+t%C3%A9cnicas+sobre+Alimento+e+aquecimento+global_.pdf/67a011c9-97fc-43ce-996b-162054ff13f0?version=1.0>. Acesso em: 16 nov. 2019.
- CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Avaliação do Fundo Clima. s.I, 1v, s.n.t, 2016.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**. Brasília: Conab, 2019. 149 p. V. 6 - SAFRA 2018/19- N. 6 - Sexto levantamento | MARÇO 2019.
- CUADRA, S. V.; HEINMANN, A. B.; MADARI, B. E.; ASSAD, E. D.; OLIVEIRA, P. P.; ANGELOTTI, F.; PETRERE, V. G.; VICTORIA, D. C.; PEREIRA, L. G. R.; GONDIM, R. S.; OLIVEIRA, A. F.; HIGA, R. C. V. Mudanças climáticas e a agropecuária brasileira. s.I, 1v, s.n.t, 2018.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Grãos**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/graos>>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. **Safeguarding the Global commons: The Seventh Replenishment of the global Environment Facility**. Washington, 2019.
- GOUVELLO, C.; SOARES FILHO, B. S.; NASSAR, A. Estudo de baixo carbono para o Brasil. Washington: Banco Mundial, 2010.
- GRIMM, A. M.; ZILL I, M. T. “Interannual Variability and Seasonal Evolution of Summer Monsoon Rainfall in South America”, in *Journal of Climate*, v. 22, n. 9, 2009, pp. 2.257-75, 2009.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University, 2007. 996p. Disponível em: Acesso em: 16 de novembro de 2019.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Guidelines National Greenhouse gas Inventories* Eggleston H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.). **Institute for Global Environmental Strategies (IGES)**. Kanagawa, Japão. 2015.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Synthesis report: summary for policymakers*. In: PACHAURI, R. K.; MEYER, L. (Ed.). Genebra: IPCC, 2015. 31p.
- MARCOVITCH, J. (coord.). **Economia da mudança do clima no brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.
- MARENGO, J. A. O futuro do clima no Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014.
- MOLION, L. C. B. Desmitificando o Aquecimento Global. **Instituto de Ciências Atmosférica- UFAL**, s.I, 1v, s.n.t, 2010
- MYERS, S. S.; ZANOBETTI, A.; KLOOG, I.; HUYBERS, P.; LEAKEY, A. D. B.; BLOOM, A. J.; CARLISLE, E.; DIETTERICH, L. H.; FITZGERALD, G.; HASEGAWA, T.; HOLBROOK, N. M.; NELSON, R. L.; OTTMAN, M. J.; RABOY, V.; SAKAI, H.; SARTOR, K. A.; SCHWARTZ, J.; SENEWEERA, S.; TAUSZ, M.; USUI, Y. Increasing CO₂ threatens human nutrition. **Nature**, v. 510, p. 139-142, 2014.

- OLIVEIRA, P. P. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; MEO FILHO, P. B. A.; PEDROSO, A. F.; BERNARDI, A. C. Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1 Encontro de Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **UTFPR**, p. 23 – 32, 2017.
- RAVISHANKARA, A. R.; DANIEL, J. S.; PORTMANN, R. W. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. **Science**, v. 326, p. 132–135. 2009.
- RODRIGUES, R. A. R. Fluxos de óxido nítrico em solos com cobertura de floresta ombrófila densa Montana na serra dos órgãos. **Química Nova**. v. 35, n. 8, p. 1549 – 1553, 2012
- SCOTT, C. E.; MONKS, S. A.; SPRACKLEN, D. V.; ARNOLD, S. R.; FORSTER, P. M.; RAP, A.; ÄIJÄLÄ, M.; ARTAXO, P.; CARSLAW, K. S.; CHIPPERFIELD, M. P.; EHN, M.; GILARDONI, S.; HEIKKINEN, L.; KULMALA, M.; PETÄJÄ, T.; REDDINGTON, C. L. S.; RIZZO, L. V.; SWIETLICKI, E.; VIGNATI E.; WILSON C. Impact on short-lived climate forcers increases projected warming due to deforestation. **Nature Communications**, v. 9, p. 1-9, 2018.
- VASCONCELOS, A. L. S.; FERRÃO, G. E.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. E. P. PIRES, I. C. G.; NETO, M. S. Agricultura e emissões de gases de efeito estufa - estudos de casos no Brasil. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, [s. L.], v. 10, n. 2, p.12-40, 2018.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Climawatch: Historical GHG Emissions**, 2016.