

Impactos da ocorrência de eventos climáticos extremos na produção agrícola brasileira

*Impacts of extreme climate events on
Brazilian agricultural production*

André Luiz de Carvalho^a

Diogo Victor Santos^b

José Antônio Marengo^c

Sonia Maria Viggiani Coutinho^d

Stoécio Malta Ferreira Maia^e

^a Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Alagoas, UFAL,
Maceió, AL, Brasil
End. Eletrônico: del.andre2@hotmail.com

^b Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, MCTI,
Brasília, DF, Brasil
End. Eletrônico: diogo.santos@mctic.gov.br

^c Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Cemaden,
São José dos Campos, SP, Brasil
End. Eletrônico: jose.marengo@cemaden.gov.br

^d Doutorado em Ciências, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, Brasil
End. Eletrônico: scoutinho@usp.br

^e Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, Instituto Federal de Alagoas, IFAL,
Maceió, AL, Brasil
End. Eletrônico: stoecio.maia@ifal.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33814

Received: 30/08/2020
Accepted: 18/11/2020

ARTICLE – DOSSIER

Os dados e os resultados apresentados nesta publicação foram desenvolvidos no âmbito do projeto “Quarta Comunicação Nacional e Relatórios de Atualização Bienal do Brasil à Convenção do Clima”, coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, por meio dos recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente, aos quais oferecemos nossos agradecimentos.

RESUMO

A produção agrícola brasileira se destaca na segurança alimentar mundial, sendo responsável por grande parte dos alimentos produzidos. Porém, a ocorrência de eventos climáticos extremos torna-se um desafio para o setor em todo o País. Assim, o estudo tem o objetivo de analisar os impactos da ocorrência de eventos climáticos extremos na produção agrícola brasileira. O índice de perdas foi calculado com dados das culturas de 2005 a 2017 disponibilizados pelo IBGE, enquanto a ocorrência de eventos climáticos extremos (2002-2017) foi obtida em publicações de literatura. Dados referentes ao Proagro (2010-2018) e Garantia-Safra (2002-2016) foram obtidos em relatórios disponibilizados pelos órgãos responsáveis. Os resultados mostraram elevadas perdas de produção devido à seca, principalmente milho e feijão produzidos no bioma Caatinga, e soja e trigo nas regiões Sudeste e Sul do País. Eventos de granizo e geada também provocaram reduções na produção de soja e arroz nas regiões Sudeste e Sul. Esses impactos sobre a produção agrícola brasileira, nas diferentes regiões, poderão trazer sérias consequências em relação à disponibilização e ao acesso dos alimentos à população no País.

Palavras-chave: Segurança Alimentar. Extremos climáticos. Biomas. Culturas agrícolas.

ABSTRACT

Brazilian agricultural production stands out in world food security, accounting for a large part of the food produced worldwide. However, occurrence of extreme climate events is a challenge for the sector across the country. Thus, this study aims to assess extreme climate events impacts on Brazilian agricultural production. The loss index was calculated using crop data made available by the IBGE from 2005 to 2017, while data on the occurrence of extreme climate events (2002-2017) was obtained from literature. Data related to PROAGRO (2010-2018) and the Crop Assurance Program (2002-2016) were obtained from reports made available by the relevant agencies. Results showed high drought-induced production losses, mainly maize and beans produced in the Caatinga biome, and soybean and wheat in the Southeastern and Southern regions of the country. Hail and frost events also caused reductions in soybean and rice production in the Southeastern and Southern regions. Those impacts on the Brazilian agricultural production, in different regions, might have serious consequences on the availability and access of food to the population in the country.

Keywords: Food Security. Climate extremes. Biomes. Crops.

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos no Brasil baseia-se, principalmente, na produção agropecuária, com destaque para a produção de grãos (milho, soja, feijão, etc.) e carnes (bovina, suína e frango) (CASTRO, 2016; FERREIRA; VIEIRA FILHO, 2019). A produção de grãos, por exemplo, entre as safras 2010/2011 e 2017/2018 aumentou 40%, saindo de 163 milhões de toneladas para 228,3 milhões de toneladas, com destaque para a cultura da soja (CONAB, 2019). Já a produção de carnes aumentou 27,7%, entre 2009 e 2017, saindo de 19,5 milhões de toneladas para 24,9 milhões de toneladas (FERREIRA; VIEIRA FILHO, 2019). Além da crescente demanda interna por alimentos, o crescimento do mercado externo de *commodities* tornou o Brasil o 3º maior exportador de produtos agrícolas do mundo, sendo responsável por 5,7% do mercado global no ano de 2016 (FAO, 2018).

A evolução da produção agropecuária brasileira nas últimas décadas foi favorecida pelas condições climáticas favoráveis, pela grande extensão de seu território, e principalmente pelo aumento da produtividade, devido aos avanços tecnológicos e de manejo (MATOS; PESSÔA, 2012). Porém, a produção agrícola no País vem sofrendo constantes perdas pela ocorrência de eventos extremos climáticos (chuvas excessivas, seca, estiagem, geada e granizo) cada vez mais frequentes e intensos, afetando fortemente os produtores e a economia local (EMBRAPA, 2008; CEPED UFSC, 2013). Esses eventos representam extremos da variabilidade climática.

Algumas regiões são mais vulneráveis aos impactos de eventos climáticos extremos, como, por exemplo, o semiárido brasileiro que vem sofrendo com secas prolongadas e grandes reduções na sua produção agropecuária nos últimos anos (ASSAD et al., 2013; ARAÚJO et al., 2014; ALVES, 2016; MARENGO et al., 2017; MARENGO et al., 2020). As perdas causadas pelos efeitos da seca sobre a produção agrícola na região Nordeste do Brasil foram de US\$ 6 bilhões entre 2010 e 2015 (MARENGO et al., 2016).

Em 2015-2016, o total de áreas afetadas usadas para atividades agropecuárias no semiárido, considerando apenas os municípios de atuação da Sudene, foi de 53 milhões de hectares (ALVALÁ et al., 2017). A estiagem também afeta fortemente a produção agrícola em diversas regiões do Brasil, principalmente a produção de grãos na Região Centro-Oeste. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, a seca e a estiagem são os desastres que mais afetam a população brasileira, por ser mais recorrente, principalmente a que vive na Região Nordeste do País (CEPED UFSC, 2013).

Por outro lado, chuvas excessivas vêm ocorrendo cada vez mais intensas e frequentes, provocando alagamentos, enchentes e enxurradas por todo o País (PBMC, 2016). Por fim, eventos de geada e granizo também representam sérios danos à produção agrícola, ocorrendo em maior frequência nas regiões Sudeste e Sul do País (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; BRAZ, 2015). Além disso, eventos de geada e granizo causam mortes e desalojamento à população (CEPED UFSC, 2013).

A projeção de agravamento desses impactos relacionados aos eventos climáticos extremos e às mudanças do clima pode representar desafios reais à produção de alimentos no País devido ao aumento da temperatura e mudanças no regime de chuvas, que poderão provocar perdas significativas nas safras de grãos e alterar a geografia da produção brasileira (EMBRAPA, 2008; CUNHA et al., 2013). Com as mudanças do clima, as ocorrências de eventos extremos se tornarão mais frequentes e intensas, proporcionando maiores reduções na produção das culturas e modificando tanto o padrão de produção como o de consumo de alimentos no País (EMBRAPA, 2008; CGEE, 2019; MARENGO et al., 2020).

Eventos climáticos extremos podem afetar também outros fatores relacionados à produção de alimentos no País. Aumento nos custos de produção são voltados a compensar as perdas devido a esses impactos, assim como o aumento no preço dos alimentos ocorre em decorrência da sua menor disponibilidade para a população, tornando-se fator preocupante para as famílias carentes do País. Assim, a intensificação de perdas agrícolas ocasionada pelas mudanças do clima poderá aumentar ainda mais os custos e preços dos alimentos.

A análise dos principais fatores que relacionam a produção agropecuária brasileira com as ocorrências de eventos climáticos extremos é fundamental para que se desenvolvam medidas para minimização das perdas de safras e, conseqüentemente, dos impactos na disponibilização e acesso aos alimentos pela população. Assim, este estudo teve como objetivo analisar os impactos da ocorrência dos principais eventos climáticos extremos ocorridos entre 2002 e 2018 na produção agrícola brasileira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo é composto pela análise dos impactos dos eventos climáticos extremos sobre a produção agrícola e índice de perdas e crédito agrícolas, contemplando o período de 2002 a 2018, nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal, mais a Zona Costeira (Figura 1). A Zona Costeira representa a faixa litorânea (desde a Região Norte ao Sul do País) com 8,5 mil km de extensão e, inclui, ainda, a faixa marítima formada por mar territorial, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha da costa (MMA, 2020).

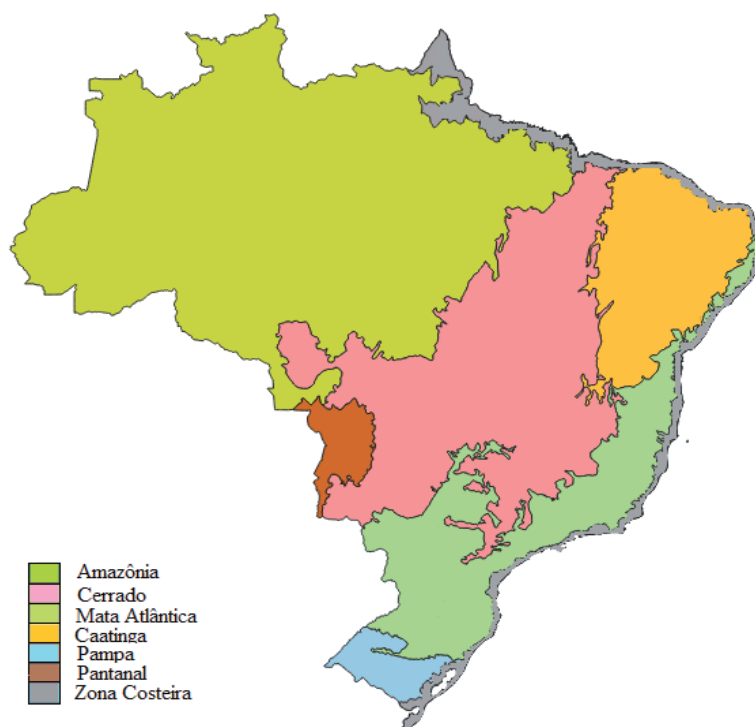



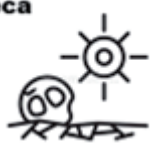
Figura 1 | Biomas brasileiros e Zona Costeira.




Fonte: IBGE (modificado pelo Autor).

2.1 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

A ocorrência de eventos climáticos extremos (seca, chuva excessiva, estiagem, geada e granizo), entre 2002 e 2017, foi obtida com base nas informações fornecidas pelo Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres do governo federal e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), que abrange o monitoramento de 958 municípios brasileiros (MIKOSZ, 2017; CEMADEN, 2020), e por meio de registros obtidos no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013). Informações a respeito das ocorrências dos eventos extremos podem ser vistas no Quadro 1. Essas informações foram analisadas em conjunto com a produção agrícola de diversos municípios, a fim de se obter o impacto desses eventos sobre a produção local.

Quadro 1 | Ocorrência de eventos extremos climáticos no Brasil.

Eventos	Definições	Ocorrências*
Chuva excessiva 	Precipitações contínuas e frequentes com grande volume de água precipitada (MONTEIRO, 2009).	Chuvas excessivas têm ocorrido principalmente nas regiões Norte e Sul, com destaque para os anos 2012-2013 e 2015. Nesses anos, observou-se o aumento na precipitação anual que variou de 28,6% a 66,7% na Região Norte e 40,0% a 53,0% no Sul.
Seca 	Insuficiência de precipitação em uma determinada região e por um período prolongado, provocando redução sustentada nas reservas hídricas (GRIGOLETTO et al., 2016).	A seca tem ocorrido em todas as regiões do País nos últimos anos, com destaque para os anos de 2010 a 2014 e 2017. Nesses anos, observou-se a redução na precipitação anual que variou de 42,9% a 66,7% no Norte, 25,0% a 33,0% no Sul, 15,0% a 70,0% no Nordeste, 15,0% a 20,0% no Sudeste e 30,0% a 60,0% no Centro-Oeste**.

<i>Eventos</i>	<i>Definições</i>	<i>Ocorrências*</i>
Estiagem 	Período de baixa ocorrência de chuvas (ou sua ausência), em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição (GRIGOLETTO et al., 2016).	A estiagem tem ocorrido em todas as regiões do País nos últimos anos, principalmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, com destaque para os anos de 2010 e 2013. Nesses anos, observou-se a redução na precipitação anual que variou de 25,0% a 50,0% no Centro-Oeste e 15,0% a 60% no Nordeste.
Geada 	Ocorre quando a temperatura atinge 0°C sobre superfícies expostas, transformando o vapor de água diretamente para o estado sólido após o congelamento do orvalho e a contínua redução da temperatura (EMBRAPA, 2020a).	A geada tem ocorrido principalmente nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para os anos de 2014 e 2016. Nesses anos, observou-se a redução na temperatura média que variou de 6,0% a 7,5% no Sudeste e 4,8% a 5,9% no Sul.
Granizo 	Precipitação sob a forma de pedras de gelo, podendo ser de forma arredondada ou irregular, porém, com diâmetro superior a 5 mm (UFES, 2020).	O granizo tem ocorrido principalmente nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para os anos de 2011 e 2014. Nesses anos, observou-se o aumento na precipitação anual que variou de 25,0% a 50,0% no Sudeste e 30,0% a 60,0% no Sul.

Fonte: Com base em MIKOSZ (2017); XAVIER et al. (2016) e CEPED UFSC, 2013; **INMET (2018).

2.2 PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Os dados de produção de arroz, café, feijão, mandioca, milho, trigo e soja por município foram obtidos no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível no sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra), para o período 2002-2017. A produção foi calculada para os biomas e para a Zona Costeira, selecionando-se os municípios pertencentes a cada um desses recortes territoriais, de acordo com as informações obtidas no *shapefile* mais atual dos municípios brasileiros, disponibilizado pelo IBGE.

2.3 PERDAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

As perdas de produção (do plantio até a pré-colheita) foram calculadas por meio do índice de perdas, conforme metodologia aplicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004). No cálculo do índice de perdas agrícolas por bioma foram utilizados dados de produção, área plantada, área colhida e rendimento médio das culturas entre os anos de 2010 e 2017, disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). De acordo com o IBGE (2004), a soma da produção realizada (Pr) com a produção não realizada (Pn) representa uma aproximação do potencial de produção até a pré-colheita ($PR = Pr + Pn$), em um ano de referência, sendo o quociente da divisão de Pn por PR representado pelo índice de perdas, de cada cultura ($Pe = (Pn / PR) * 100$). A produção não realizada é a diferença entre a área plantada e a área efetivamente colhida de uma determinada cultura, e corresponde à área perdida. Essa diferença entre a área plantada e a área colhida foi utilizada no cálculo da produção não realizada por perda de área.

2.4 PROGRAMAS DE FINANCIAMENTO E CRÉDITOS AGRÍCOLAS

Dados referentes aos Programas de financiamento e créditos agrícolas, como o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e o Garantia-Safra, no período 2002-2018, foram obtidos por meio de relatórios publicados e registros históricos de órgãos públicos responsáveis. Para o Proagro, foram utilizadas as variáveis coberturas deferidas e valores pagos para o período 2010-2018 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019). Já os dados referentes ao Programa Garantia-Safra consistiram nas variáveis adesões e pagamentos realizados para o período 2002-2016 (MDA, 2019).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

As perdas agrícolas mostraram-se bastante variáveis entre os biomas e ao longo dos anos (Tabela 1). Entre as culturas analisadas, o feijão e o milho apresentaram maiores índices de perdas, principalmente em regiões mais vulneráveis à ocorrência de eventos climáticos extremos, como no semiárido. Os valores máximos do índice de perdas agrícolas considerando as regiões de maior produção foram: feijão (62,4%), trigo (60,9%), milho (46,6%), soja (38,1%), mandioca (34,3%), café (17,2%) e arroz (10,1%).

Ao analisar os resultados específicos para os biomas, constatou-se que a Caatinga apresentou os maiores valores do índice de perdas. As elevadas perdas que ocasionalmente ocorrem para as culturas agrícolas nesse bioma podem ser explicadas devido à seca que atingiu a região nos últimos anos. A extensão e a intensidade da seca, que ocorre desde 2012, afetaram a economia da região semiárida do Nordeste em diversos municípios, gerando problemas nas áreas urbanas e rurais (MARENGO et al., 2017; MARENGO et al., 2020). Perdas na produção ocasionadas por eventos de seca foram observadas com maior intensidade nos anos de 2012 e 2016, principalmente para as culturas do feijão com redução na produção em 62,4% e 48,2%, o milho com 46,6% e 42,3%, e a mandioca com 34,3% e 15,6%, respectivamente.

No Cerrado, as perdas agrícolas também foram consideráveis, apesar dos menores valores em comparação com o bioma Caatinga. Culturas como trigo, arroz e milho foram as mais afetadas pela ocorrência de eventos de estiagem, apresentando perdas de 18,5% (2013), 10,1% (2016) e 8,7% (2016), respectivamente. Vale destacar que a produção dessas culturas no Cerrado é elevada e perdas dessa magnitude podem representar impactos significativos para os produtores e consumidores. No Distrito Federal e entorno, cerca de 70% dos casos de seca têm início em plena estação chuvosa, sendo responsável pela quebra da produção agrícola (CUNHA et al., 2018). Ainda segundo esses autores, a ocorrência de seca vem sendo recorrente na região do Distrito Federal nas últimas décadas e as projeções futuras de clima indicam reduções na precipitação em todas as estações do ano, podendo afetar ainda mais a produção agrícola.

Nos outros biomas, a ocorrência de eventos de seca e estiagem também provocou reduções na produção agrícola, com perdas de soja (18,6%) na Mata Atlântica, em 2012; de trigo (60,9%) e café (16,7%) na Zona Costeira, em 2015 e 2016, respectivamente.

Na Região Sul, o Pampa também apresentou quebras nas safras de diversas culturas, com perdas de produção para a cultura da soja (38,1%) por geada/granizo, em 2012; trigo (28,2%) por estiagem/seca, em 2015; e arroz (7,0%) por (chuva excessiva/granizo), em 2016.

Tabela 1 | Índice de perdas agrícolas (%) das culturas (plantio até a pré-colheita) nos biomas brasileiros e Zona Costeira e eventos extremos climáticos.

<i>Culturas</i>	<i>Biomas</i>	<i>Índice de Perdas (%)</i>	<i>Ano</i>	<i>Eventos extremos associados</i>
Arroz	Cerrado	10,1	2016	Estiagem
	Pampa	7,0		Enchente/Granizo
Café	Caatinga	17,2	2012	Seca
	Zona Costeira	16,7	2016	Estiagem
Feijão	Caatinga	62,4	2012	Seca
		48,2	2016	
	Pantanal	23,5	2012	
Mandioca	Caatinga	34,3	2012	Seca
		15,6	2016	
	Pantanal	12,4	2012	

<i>Culturas</i>	<i>Biomias</i>	<i>Índice de Perdas (%)</i>	<i>Ano</i>	<i>Eventos extremos associados</i>
Milho	Caatinga	46,6	2012	Seca
		42,3	2016	
	Cerrado	8,7	2016	Estiagem
Soja	Mata Atlântica	18,6	2012	Estiagem/Seca
	Pampa	38,1	2012	Geadas/Granizo
	Zona Costeira	16,2	2016	Estiagem
Trigo	Cerrado	18,5	2013	Estiagem
	Pampa	28,2	2015	Estiagem/Seca
	Zona Costeira	60,9	2015	Estiagem/Seca

Fonte: *Elaboração própria, com base em IBGE (2004); Mikosz (2017).*

Os impactos relacionados ao clima representam uma maior atuação dos eventos extremos de variabilidade climática na produção de alimentos, que já podem ser observados e preocupam, visto que têm afetado a produção agrícola com consequências na oferta, custos e preços, e, assim, tornando o desafio de promover a segurança alimentar no País ainda mais difícil. Aqui entende-se como segurança alimentar a “disponibilidade, em todos os momentos, de reservas mundiais adequadas de alimentos básicos para sustentar a expansão constante do consumo de alimentos e para compensar as flutuações na produção e nos preços” (Declaração Universal sobre Erradicação da Fome e Má Nutrição, 1975).

Uma análise mais específica dos eventos extremos permitiu identificar, por exemplo, que a seca proporcionou elevadas reduções na produção agrícola nacional, principalmente em biomas mais vulneráveis como a Caatinga. A produção de feijão em Araripina, sertão pernambucano, apresentou uma redução de 99,4% no ano de 2012 em relação à média dos últimos dez anos (Figura 2).

Naquele ano, a precipitação média anual em Araripina foi de 400 mm, cerca de 43% menor que a média climatológica de chuvas na região (CLIMATE-DATA.ORG, 2020). Nesse mesmo ano, a seca também foi responsável pela redução de 41,3% na produção de soja no município de Tupanciretã, no Rio Grande do Sul. Impactos da ocorrência de seca também foram responsáveis pela redução na produção de lavouras temporárias no estado do Rio Grande do Norte entre 2012 e 2016: Oleaginosas (91% a 100%), Fibras (52% a 87%) e Hortaliças (77% a 86%) (SOUZA; AQUINO, 2018).

De acordo com Souza e Aquino (2018), os grãos foram os mais afetados pela seca no Rio Grande do Norte, reduzindo sua produção de 72,6% a 92,9% entre 2012 e 2016. Ainda segundo esses autores, as culturas mais afetadas foram o milho e o feijão, com percentual de redução variando de 72,5% a 94,8% e 70,1% a 94,7% entre os anos de 2012 e 2016, respectivamente. Segundo Alvalá et al. (2017) e Conab (2017), a produção de grãos no Nordeste foi reduzida em cerca de 40%, e a produção de cana-de-açúcar em 19% entre os períodos 2014/2015 e 2015/2016.

A estiagem também vem afetando a produção agrícola em diversas regiões do Brasil. Em 2012, o estado do Rio Grande do Sul sofreu um intenso evento de estiagem, que prejudicou a agricultura local, reduzindo a produção de trigo em 38,8% no município de Ibirubá (MIKOSZ, 2017; IBGE, 2019c). De acordo com Silva (2013), o ano-safra 2011-2012 teve precipitação abaixo da média em Ibirubá/RS, com redução de 46,4%. Em 2019, a estiagem provocou redução na produção de culturas como arroz (683,8 mil toneladas), milho (30,5 mil toneladas) e soja (1,04 milhão de toneladas), gerando um prejuízo na ordem de 2 bilhões de reais (CANAL RURAL, 2020). A estiagem também provocou a redução de 49,1% na produção de mandioca no município de Oriximiná no Pará. No estado do Paraná, a produção de soja, por exemplo, foi reduzida em 30% na safra 2018/2019 devido à ocorrência de estiagem, deixando de produzir cerca de 6 milhões de toneladas (COOPADAP SEMENTES, 2020; EMBRAPA, 2020b).

No entanto, em alguns casos, a ação de eventos climáticos extremos pode beneficiar a produção agrícola no País. Eventos de chuvas excessivas foram responsáveis pelo aumento de 32,0% na produção de café no município de Barra do Choça/BA em 2014 e de 13,4% na produção de trigo em Tibagi/PR em 2013 (Figura 2). No município de Barra do Choça/BA, por exemplo, a precipitação total acumulada foi superior em 65,5%, em relação à média climatológica, nos anos que compreendem a safra 2013-2014. A ocorrência de chuvas excessivas também pode causar sérios danos à produção agrícola. No Rio Grande do Sul, enchentes afetaram os produtores de arroz, milho e soja com perdas de produção de 1,75 milhão de toneladas em 2019 (CANAL RURAL, 2020).

Impactos na produção de alimentos por eventos de geada e granizo também foram observados, ocorrendo em maior frequência nas regiões Sudeste e Sul do País (Figura 2). A ocorrência de geadas, por exemplo, foi reduzida na Região Sudeste nos últimos anos (SAPUCCI et al., 2018), porém, eventos mais intensos podem trazer sérios danos à produção agrícola (CEPED UFSC, 2013). Em 2009, ondas de frio reduziram a temperatura abaixo de 5°C e provocaram eventos de geada em várias cidades do estado de São Paulo (CAFEICULTURA, 2019) como, por exemplo, no município de Cândido, onde a temperatura média anual foi de 23,6°C, reduzindo a produção de milho em 57,9%. Outro exemplo ocorreu em Nova Alvorada do Sul/MS, onde a produção de arroz foi reduzida em 72,6% com a ocorrência de geadas. No Rio Grande do Sul, a ocorrência de um evento de granizo em 2005 foi responsável por prejuízos na produção agrícola local, reduzindo a produção de soja em 88,1% no município de Crissiumal/RS (MIKOSZ, 2017; IBGE, 2019c). Já em 2014, a ocorrência de granizo foi responsável pela redução em 73,7% na produção de trigo em Lages/SC.

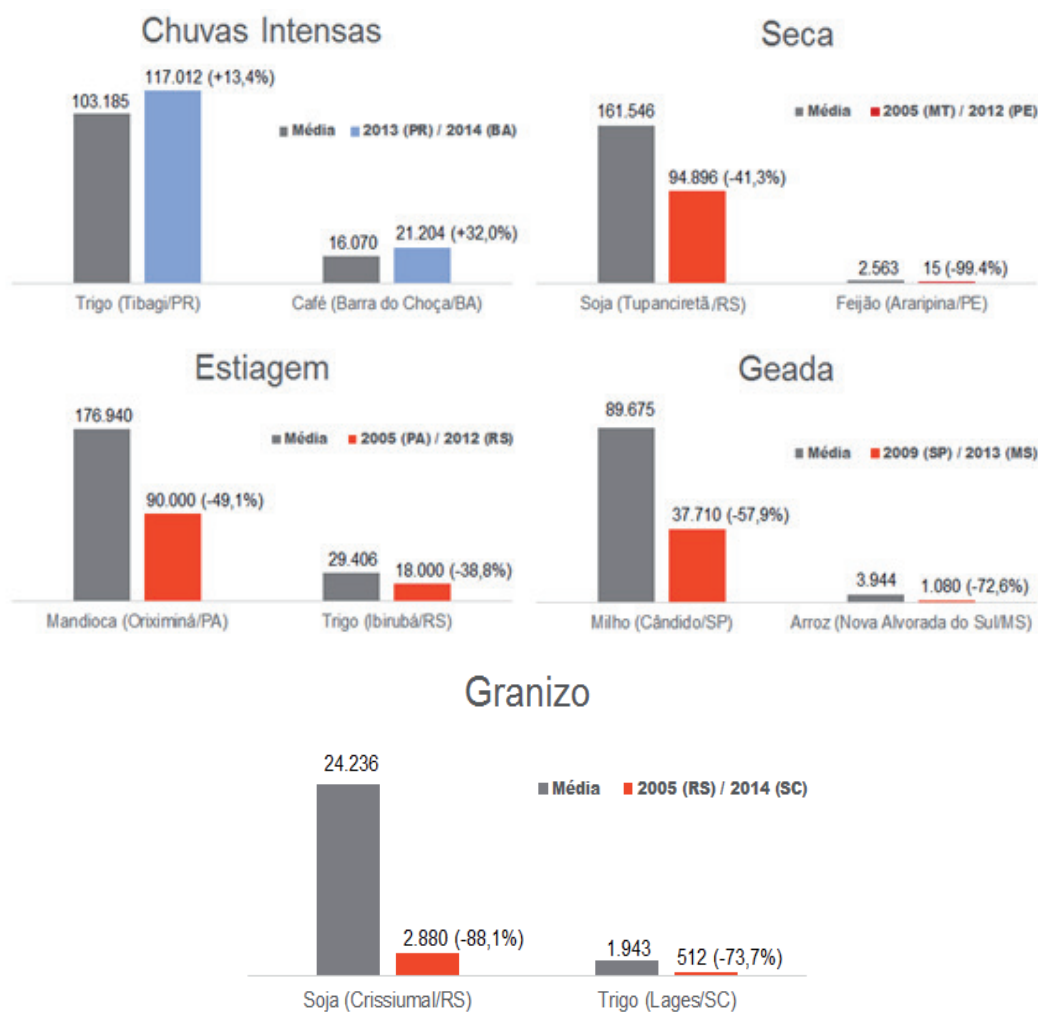


Figura 2 | Ocorrências de eventos climáticos extremos e a produção agrícola (média dos últimos 10 anos) em milhões de toneladas em diferentes municípios brasileiros.

Fonte: IBGE (Sistema de Recuperação Automática/Sidra); MIKOSZ (2017).

A ocorrência de perdas agrícolas durante o processo de produção no campo vem se tornando mais frequente e intensa, trazendo enormes prejuízos aos produtores. Apesar da produção de alimentos no País ter apresentado forte expansão nas últimas décadas (SAATH; FACHINELLO, 2018), esses impactos afetam tanto os pequenos produtores, que são mais vulneráveis e que de fato acabam produzindo para o mercado local, como as produções de *commodities* para o mercado externo. Como exemplificado acima, a ocorrência de eventos climáticos extremos afeta fortemente a produção agrícola no País, refletindo em grandes volumes de perdas de produção e, conseqüentemente, causando impactos sobre a economia do País (ALVALÁ et al., 2017). Dessa forma, a ocorrência de eventos climáticos extremos também pode ser analisada por meio de seus reflexos em programas de financiamento e crédito agrícolas, como o Proagro e o Garantia-Safra, os quais têm suas ações intensificadas nos anos de ocorrência dos eventos climáticos extremos.

Na Tabela 2, são apresentados os dados de comunicação de perdas agrícolas deferidas (quantidade e valor) por evento extremo referente ao Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) entre os anos de 2010 e 2018. Os resultados evidenciam que os anos nos quais os eventos extremos foram mais intensos, houve aumento substancial dos valores pagos ou do número de beneficiados. No ano agrícola 2011-2012, por exemplo, houve o maior número de perdas, com 110 mil coberturas, o que correspondeu a 989,45 milhões de reais aplicados.

Desse total, 86,3% foram ocorrências de seca, as quais ocorreram principalmente nas regiões Nordeste e Sul do País, e sendo responsável por 78,8% do valor total pago (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019). No mesmo período, foram deferidas 10.353 ocorrências de geadas, representando 147,55 milhões de reais pagos (14,9% do valor total pago), e foi também o ano agrícola com maior quantidade de eventos de granizo no País (3.383), representando cerca de 47 milhões de reais (4,8% do valor pago).

Eventos de chuva excessiva também tiveram forte participação na comunicação de perdas. No ano agrícola 2013-2014, ocorreram cerca de 30 mil coberturas deferidas por chuva excessiva, sendo pago um total de 590 milhões de reais, que representa 67,1% de todo o valor pago pelo Proagro nesse período. Já o ano agrícola 2014-2015, foi caracterizado por maior ocorrência de eventos de geada, representando 48,4% de todo o valor pago pelo Proagro nesse período (338 milhões de reais), com 15 mil ocorrências deferidas. O ano agrícola 2014-2015 foi marcado por eventos de geada nas regiões Sudeste e Sul do País, com cerca de 15 mil ocorrências, representando um total de 338,8 milhões de reais (48,4% do total pago).

Tabela 2 | Coberturas deferidas* (quantidade e valor) por evento extremo referente ao Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), período 2010-2018.

		<i>Chuva Excessiva</i>	<i>Seca</i>	<i>Geada</i>	<i>Granizo</i>	<i>Total</i>
2010-2011	Deferidas	2.331	4.883	9.779	1.427	18.420
	Valor (R\$)**	24.000	39.315	162.697	12.741	238.753
	Média (R\$)***	10.296,0	8.051,4	16.637,4	8.928,5	12.961,6
2011-2012	Deferidas	1.332	95.012	10.353	3.383	110.080
	Valor (R\$)**	14.597	780.008	147.545	47.296	989.446
	Média (R\$)***	10.958,7	8.209,6	14.251,4	13.980,5	8.988,4
2012-2013	Deferidas	4.335	10.794	10.345	1.963	27.437
	Valor (R\$)**	77.810	116.802	229.563	29.799	453.974
	Média (R\$)***	17.949,3	10.821,0	22.190,7	15.180,3	16.546,1

		<i>Chuva Excessiva</i>	<i>Seca</i>	<i>Geada</i>	<i>Granizo</i>	<i>Total</i>
2013-2014	Deferidas	30.529	18.572	1.254	1.667	52.022
	Valor (R\$)**	590.384	233.593	24.966	30.435	879.378
	Média (R\$)***	19.338,5	12.577,7	19.909,1	18.257,3	16.904,0
2014-2015	Deferidas	10.229	7.447	15.078	2.324	35.078
	Valor (R\$)**	192.588	119.314	338.816	49.445	700.163
	Média (R\$)***	18.827,6	16.021,8	22.470,9	21.275,8	19.960,2
2015-2016	Deferidas	6.857	10.819	6.676	2.195	26.547
	Valor (R\$)**	172.357	297.656	200.347	47.124	717.484
	Média (R\$)***	25.135,9	27.512,3	30.010,0	21.468,8	27.026,9
2016-2017	Deferidas	14.817	11.904	2.734	1.285	30.740
	Valor (R\$)**	334.007	292.380	72.634	33.379	732.400
	Média (R\$)***	22.542,1	24.561,5	26.566,9	25.975,9	23.825,6
2017-2018	Deferidas	1.058	4.794	237	484	6.573
	Valor (R\$)**	26.370	101.926	10.921	12.155	151.372
	Média (R\$)***	24.924,4	21.261,2	46.080,2	25.113,6	23.029,4

*Valores referentes ao Proagro Mais e Proagro Tradicional. **Milhões de Reais. ***Reais por cobertura.

Fonte: BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019.

Os impactos da ocorrência de eventos extremos na produção agrícola brasileira também podem ser vistos ao analisar informações do Programa Garantia-Safra (Figura 3), cujas ações retratam os efeitos da perda sistemática de safra por ocorrências de eventos climáticos extremos aos produtores da agricultura familiar que vivem na região semiárida do País. Observa-se que o número de adesões cresceu fortemente, saindo de 200 mil agricultores em 2002 para cerca de 1,2 milhão de agricultores em 2014. Dessa forma, os recursos financeiros aplicados por esse programa também aumentaram, de acordo com a intensidade dos eventos extremos sobre a produção e o volume de perdas apresentado.

Na safra 2011–2012, houve incremento no número de pagamentos realizados devido à ocorrência de seca nesse período, atingindo a marca de 769 mil pagamentos, o que representa cerca de R\$ 1,4 bilhão de reais (Figura 3). Posteriormente, a safra 2014–2015 voltou a apresentar aumento nos pagamentos realizados em função da continuidade da seca na região, atingindo um total de R\$ 829,4 mil reais. Na safra 2015–2016, o Garantia-Safra forneceu assistência a aproximadamente 700 mil agricultores de 1.220 municípios atingidos pela seca (SAF/MDA, 2017), sendo que na região de atuação da Sudene foram atingidas 12 mil pessoas, com gastos de cerca de R\$ 600 milhões (ALVALÁ et al., 2017). Nesse período, a precipitação anual acumulada no semiárido correspondente à situação de seca severa apresentou valores menores a 600 mm (ALVALÁ et al., 2017).

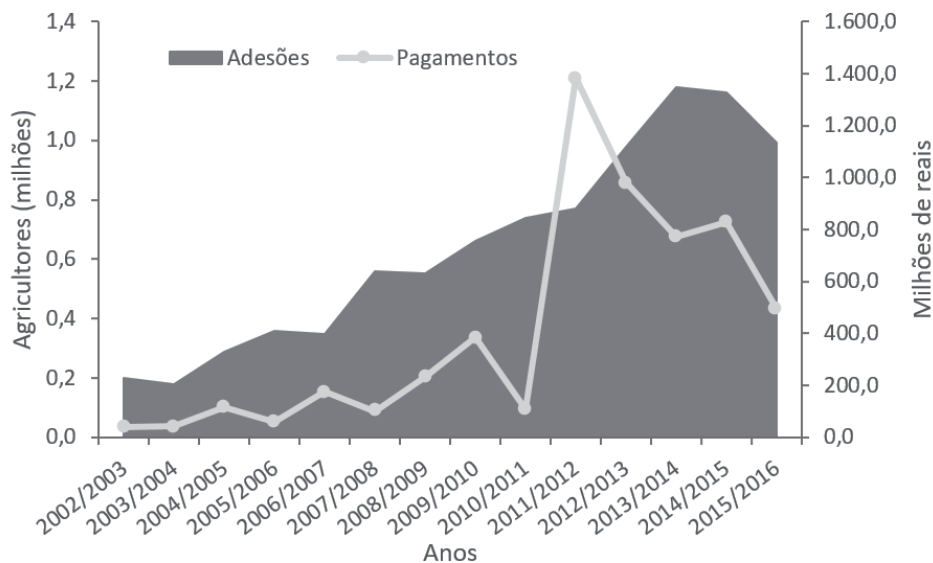


Figura 3 | Total anual de adesões e pagamentos realizados pelo programa Garantia-Safra no período de 2002 a 2016.

Fonte: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-garantia/sobre-o-programa>. Acesso em: dezembro, 2016.

Esses resultados mostram que os impactos dos fenômenos climáticos causam sérios prejuízos à produção agrícola no País e, conseqüentemente, afetam quem depende direta e indiretamente desse setor, como os produtores rurais e a população. Outros fatores, como o custo de produção e preços dos alimentos (MARENGO et al., 2020), também são afetados pela ocorrência de eventos climáticos extremos, porém, há ainda a influência de indicadores econômicos, como a inflação.

4 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados mostraram que a produção agrícola no Brasil já sofre elevadas perdas, em função das ocorrências de eventos extremos do clima, sendo a Caatinga o bioma que apresenta os maiores prejuízos. A seca que atingiu a região semiárida nos últimos anos foi responsável pela redução da safra de diversas culturas, principalmente milho, feijão e mandioca. De forma geral, eventos de seca e estiagem afetam a produção agrícola em todas as regiões do País. Já eventos de geada e granizo ocorreram predominantemente nas regiões Sudeste e Sul, afetando a produção de culturas como arroz, soja e trigo. A exceção foram as chuvas excessivas, que foram responsáveis pelo aumento na produção de café na Bahia, em 2014, e trigo no Paraná em 2013.

Como consequência, sobretudo dos eventos de seca e estiagem, observou-se substancial aumento nas ações realizadas pelos programas Proagro e Garantia-Safra, principalmente na região semiárida do Brasil. Isso necessariamente implicará em aumento do gasto público com financiamentos e seguros agrícolas.

Diante dos atuais cenários de mudanças climáticas, a tendência é que haja aumento na frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos em todas as regiões do País. Logo, pode-se esperar maiores impactos na agropecuária (produção, produtividade e créditos agrícolas), refletindo negativamente na segurança alimentar. Cabe ressaltar que tais impactos atingirão tanto os grandes quanto os pequenos produtores, gerando desequilíbrios na produção e exportação de *commodities* (soja, café, laranja, carne bovina, etc.), assim como na produção e/ou preços dos alimentos da cesta básica, os quais são produzidos em sua maioria pelo pequeno produtor. Ou seja, diante da magnitude do setor agropecuário brasileiro, as mudanças climáticas poderão afetar a segurança alimentar regional, nacional ou mesmo globalmente. Assim, há a necessidade de adoção de práticas de manejo

sustentável e políticas ambientais voltadas à mitigação e adaptação às mudanças do clima, mas que busquem contemplar toda a cadeia de produção, principalmente os pequenos produtores.

REFERÊNCIAS

ALVALÁ, R. C. S. et al. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1-15, 2017.

ALVES, K. M. A. S. **Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do Rio Moxotó**. 2016. 164 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

ARAÚJO, P. H. C. et al. Uma análise do impacto das mudanças climáticas na produtividade agrícola da Região Nordeste do Brasil. **Revista Economia**, v. 45, n. 3, p. 46-57, 2014.

ASSAD, E. et al. **Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola Brasileira**. LCSAR – The World Bank, 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Programa de Garantia da Atividade Agropecuária Proagro**. Relatório Circunstanciado Proagro (1999-2010; 2004-2011; 2004-2012; 2011-2014; 2012-2015; 2013-2016; 2014-2017; 2015-2018). Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>>. Acesso em: março de 2019.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS – Ascar, 2014. v. 1, 84p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Garantia-Safra**. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-garantia/sobre-o-programa>>. Acesso em: março de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Zona Costeira e Marinha**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha.html>>. Acesso em: agosto de 2020.

BRAZ, D. F. **Impacto de eventos severos na agricultura do Rio Grande do Sul**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

CANAL RURAL. **RS: prejuízo de produtores afetados por enchentes supera R\$ 2 bilhões**. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/rs-prejuizo-produtores-enchentes-supera-2-bilhoes/>>. Acesso em: julho de 2020.

CASTRO, C. N. Pesquisa agropecuária pública brasileira: histórico e perspectivas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 16, p. 30-40, 2016.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Decodificação das notas técnicas sobre “Alimento e aquecimento global”**. Relatório técnico. Projeto: Apoio à Plataforma de Comunicação Agricultura e Alimento. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/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: abril de 2019.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Municípios monitorados**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/municipios-monitorados/>>. Acesso em: agosto de 2020.

CEPED UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012: volume Brasil**. [Internet]. 2. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, 104 p. 2013. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>>. Acesso em: janeiro de 2019.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: agosto de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra brasileira de grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em: abril de 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de Safras**. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: março de 2017.

COOPADAP SEMENTE. **Impactos da estiagem na produção da soja**. Disponível em: <<https://coopadapementes.com.br/site/impactos-da-estiagem-na-producao-da-soja/>>. Acesso em: julho de 2020.

CUNHA, A. P. M. A. et al. As Secas entre 1963 e 2017 no Distrito Federal, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências** (UFRJ. Impresso), v. 41, p. 487, 2018.

CUNHA, D. A. et al. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 51, p. 369-386, 2013.

EMBRAPA. **Métodos de proteção contra geadas em cafezais em formação**. Publicação técnica. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/protgeada.pdf>. Acesso em: agosto de 2020a.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2018/19)**. Embrapa Soja. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: julho de 2020b.

EMBRAPA. Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. **Resumo Executivo**, Embrapa e Unicamp, 84p., 2008.

FERREIRA, M. D. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Inserção no Mercado Internacional e a Produção de Carnes no Brasil**. Texto para Discussão (IPEA), v. 2479, p. 1-43, 2019.

FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tendências no setor agropecuário**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/a1260p/a1260p02.pdf>>. Acesso em: novembro de 2018.

GRIGOLETTO, J. C. et al. Gestão das ações do setor de saúde em situações de seca e estiagem. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 709-718, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em: janeiro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Índices Agropecuários: 1996-2003. **Estudos e Pesquisas: informação econômica**, v. 3, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2018.

IPCC. **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. PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (Ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp., 2014.

MARENGO, J. A. et al. Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4°C. **Natural Hazards**, v. 102, p. 1-26, 2020.

MARENGO, J. A. et al. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1-13, 2017.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, presente and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 20, p. 1-12, 2016.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ** (Cessou em 2004. Cont. ISSN 1981-9021 Geo UERJ (2007)), v. 01, p. 290-322, 2012.

MIKOSZ, L. **Sendai framework indicators for disaster risk reduction in Brazil: initial conditions, feasibility analysis, and understanding the risks**. Dissertação (Mestrado). Water-related Disaster Management Course. National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS), Tokyo, Japan, 2017.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. v. 01. 530 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Declaração Universal sobre Erradicação da Fome e má Nutrição**. Organização Mundial de Saúde – OMS. Report of the world food Conference, 5-16 nov. 1974, Roma, 1975.

PBMC. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. [MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. (Ed.)]. PBMC, Coppe – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184p. 2016.

REVISTA CAFEICULTURA. **Próxima madrugada será ainda mais fria em São Paulo**. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/?mat=22179>>. Acesso em: agosto de 2019.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 56, p. 195-212, 2018.

SAF/MDA. 2017. Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acesso em: março de 2017.

SAPUCCI, C. R. et al. Condições meteorológicas associadas à ocorrência de geadas na Serra da Mantiqueira. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, p. 153-167, 2018.

SILVA, R. R. **Relação entre precipitação pluviométrica e produtividade da cultura de soja no município de Ibirubá-RS**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SOUZA, E. M.; AQUINO, J. R. A grande seca e seus efeitos na produção agropecuária do Rio Grande do Norte (2012-2016). **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, Ano XXIX, n. 2, p. 174-195, Jul./Dez. 2018. ISSN: 2318-2695.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Capítulo 4 – Precipitação atmosférica**. Disponível em: <<http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo4-PrecipitacaoAtmosferica.pdf>>. Acesso em: agosto de 2020.

XAVIER, A. C.; SCANLON, B. R.; KING, C. W. **Conjunto de dados de variáveis meteorológicas diárias no Brasil (1980-2013)**. CLIMA Policy Brief #2, Centro Clima/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 4p., 2016.