



LUCAS ARAÚJO CARDOSO CARVALHO

**INFLUÊNCIA DO FENÔMENO ENOS SOBRE AS
CULTURAS FEIJÃO E MILHO NO BRASIL**

**LAVRAS
2021**

LUCAS ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DO FENÔMENO ENOS SOBRE AS CULTURAS FEIJÃO E
MILHO NO BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Felipe Schwerz

**LAVRAS
2021**

LUCAS ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DO FENÔMENO ENOS SOBRE A CULTURA DE FEIJÃO E
MILHO NO BRASIL**

**INFLUENCE OF THE ENSO PHENOMENON ON BEANS AND CORN CROPS
IN BRAZIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Lavras em 5 de novembro de 2021.

Prof.Dr.Victor Buono da Silva Baptista
MSc. Clarissa de Moraes Sousa

UFLA
UFLA

Prof. Dr. Felipe Schwerz

**LAVRAS
2021**

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Agradecer aos meus pais, Cristina e Lázaro, pela luta de cada dia e apoio para a caminhada até aqui. Sem vocês nada disso seria possível. E aos meus irmãos, Mariana e Matheus, pelo incentivo e companheirismo. Vocês são minha razão para continuar.

Agradecer a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a todos seus funcionários e sua estrutura, pela oportunidade de cursar Agronomia, desenvolvi e me capacitei nesta universidade, que tem tanto a acrescentar na vida de cada estudante.

Agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Felipe Schwerz, pela disponibilidade em ouvir, disposição em ajudar e conhecimentos transferidos. Conseguimos chegar juntos até aqui.

Agradecer aos meus irmãos da República Arame Farpado e aos meus companheiros de trabalho da equipe Barall- Consultoria de Eventos que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha caminhada, o meu muito obrigado.

RESUMO

O feijão é de extrema importância social e econômica no Brasil, além de apresentar boas características nutricionais. Por isso, o país segue sendo o maior consumidor de feijão do mundo. Já o milho é considerado um dos cereais mais produzidos mundialmente, devido seu alto poder de adaptação, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial. Contudo, a produtividade dessas culturas sofre influência direta do ambiente, através das variações de temperatura e precipitação, prejudicando a produção, causando preocupações, principalmente na tomada de decisões dos agricultores. Com isso, este estudo objetiva fazer uma análise das médias das produtividades por estado e do Brasil, abordando sua relação com o acontecimento dos fenômenos El Niño, La Niña e anos Neutros. Para definir o acontecimento do fenômeno ENOS, foi usada a diferenciação da temperatura da superfície do mar na região Niño 3.4 concedido pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), e os dados da série histórica concedido pela CONAB (Companhia Nacional e Abastecimento). Foi realizado o desvio padrão dos anos de ocorrência de cada fase do fenômeno, com isso se têm as séries históricas da cultura do feijão e do milho classificados de acordo com os fenômenos. Com base nas avaliações das séries históricas observou-se que em anos que aconteceu o fenômeno La Niña houve um aumento na produtividade do feijão e do milho na maioria dos estados e na média geral do Brasil.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. *Zea mays*. ENOS. Produtividade.

ABSTRACT

Beans are of extreme social and economic importance in Brazil, in addition to having good nutritional characteristics. Which is why the country remains the largest consumer of beans in the world. Corn, on the other hand, is considered one of the most produced cereals worldwide, due to its self-adaptation power, with Brazil being the third largest producer in the world. However, the productivity of these crops is directly influenced by the environment, through variations in temperature and rainfall, affecting production, causing concerns, especially in the farmers' decision-making process. Thus, this study aims to analyze the average yields by state and in Brazil, approaching their relationship with the occurrence of the El Nino, La Nina and Neutral years phenomena. To define the occurrence of the ENSO phenomenon, the difference between the sea surface temperature in the Nino 3.4 region granted by the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) and the historical series data granted by the CONAB (Companhia Nacional e Abastecimento) will be used. The standard deviation of the years of occurrence of each phase of the phenomenon was performed, thus having the historical series of bean and corn crops classified according to the phenomena. Based on the evaluations of the historical series, it was observed that in the years that the La Nina phenomenon occurred, there was an increase in the productivity of beans and corn in most states and in the general average for Brazil.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. *Zea mays*. ENSO. Production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da produtividade do feijão e milho nos anos de 1990 a 2019 no Brasil, com ocorrência do fenômeno ENOS.	26
Figura 2 - Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	28
Continuação Figura 2 – Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	29
Continuação Figura 2 – Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	30
Figura 3 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	33
Continuação Figura 3 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	34
Continuação Figura 3 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrência do fenômeno ENOS relacionado com os anos agrícolas estudados.....	27
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 A cultura do feijão.....	13
3.2 A cultura do milho	13
3.3 Fenômenos ENOS.....	16
3.4 Estratégias para reduzir a influencia do ENOS.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Produtividade do feijão e a relação com o fenômeno ENOS	28
5.2 Produtividade do milho nas diferentes regiões do Brasil sob influência do fenômeno ENOS	30
5.3 Estratégias para minimizar as perdas de produtividade do feijão e milho em função do fenômeno ENOS.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é de extrema importância social e econômica no Brasil, além de apresentar características nutricionais como carboidratos, vitaminas, minerais, ferro e proteínas (ARAÚJO, 2008). É considerado como um alimento fundamental para a dieta dos brasileiros, com o consumo médio em cerca de 16 kg hab⁻¹ ano⁻¹, sendo direcionado em todas as classes sociais (MEIRA, SOUSA, 2015).

O Brasil segue sendo o maior consumidor de feijão do mundo. Segundo a CONAB (2019), a produção de feijão não consegue suprir o consumo do país, fazendo com que seja feita importação de outros países, como a Argentina. A Região Sul apresenta a maior produção nacional de feijão, o que representa a 28,1% da produção. Os pequenos produtores que fazem uso de baixa tecnologia são encarregados de 67% da produção (CONAB, 2019). Em menores porcentagens se encontram os produtores que fazem uso de equipamentos mais sofisticados, que investem em grandes produções com irrigação, controle fitossanitário e alta produtividade (EPAGRI, 2012). No Brasil, o plantio de feijão é realizado no decorrer do ano onde se concentra em três safras ou épocas. Esse tipo de grão está mais vulnerável a deficiência hídrica durante a etapa de floração e no primeiro estágio da formação das vagens, em que o período mais crítico se encontra nos 15 dias que antecedem a floração (SILVA et al., 2008).

O milho (*Zea mays*) é um dos grãos mais cultivados mundialmente, por apresentar uma excelente adaptabilidade a diferentes ambientes e climas. Com isso, o milho se destaca por ser uma das mais importantes culturas que são cultivadas na América Latina, colaborando para a probabilidade de um aumento de 28% na produção de milho no mundo até o ano de 2026, isto é, um aumento de cerca de 39 milhões de toneladas em toda a América Latina (FAO, 2017).

O Brasil se classifica na terceira posição no ranking mundial de produção de milho, porém, uma grande parcela é destinada para exportação, fazendo com que o Brasil seja o segundo maior país que exporta milho para o resto do mundo (CONAB, 2018). Toda essa produção é o resultado da vasta extensão territorial do Brasil, fazendo com que seja possível cultivar em larga escala em quase todos os estados, ficando atrás somente da soja.

O fenômeno ENOS ou El Niño Oxilação Sul é definido por dois eventos, o El Niño e a La Niña, que são constituídos pela relação entre o oceano com a atmosfera,

particularmente no Oceano Pacífico, onde é verificada a temperatura da superfície do mar (TSM), mais fria ou mais quente do que o natural, o que afeta os sistemas de baixa e alta pressão fazendo com que diversas partes do mundo sofra com alterações de temperatura, ocasionando alta umidade em algumas regiões, ao mesmo tempo que em outras regiões sofrem com baixa ou nenhuma, gerado assim as secas (NOAA, 2018).

No Brasil são escassos os dados disponíveis que são relacionados com a influência desse fenômeno para qualquer cultura, por isso são se tem certeza da intensidade de interferência na produtividade, assim se faz bastante importante esse estudo.

O El Niño traz tanto benefícios como prejuízos no Brasil. Na região Sul e Sudeste há um aumento das chuvas no começo do inverno, durante toda a primavera e no fim do outono, aumentando em 150% a precipitação dada como normal, prejudicando operações de colheita. Nas regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste acontece uma redução das chuvas, diminuindo até 80% das chuvas, secando os reservatórios, o que reflete diretamente nas safras dessas regiões.

Os agricultores que cultivam estas duas espécies de grãos têm bastante receio dos ENOS, pois estes fenômenos fazem com que haja mudanças de temperatura e precipitação, influenciando diretamente as culturas agrícolas na qualidade dos grãos e até causando dificuldades de locomoção dos maquinários nas lavouras (SANTOS, 2004). O estudo tem bastante relevância em coletar dados para entender a influência do fenômeno nos cultivos de feijão e milho, ajudando os produtores em como agir nos anos que acontecem o fenômeno e entenderem quais os benefícios e prejuízos desse acontecimento.

Com isso, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade do feijão e do milho em diferentes regiões do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi realizar uma análise da influência e caracterizar os padrões dos fenômenos ENOS sobre as culturas do feijão e do milho nas diferentes regiões do Brasil.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a produtividade das culturas feijão e milho em relação aos anos Neutros, El Niño e La Niña;
- Analisar os padrões de influência dos fenômenos El Niño e La Niña nas diferentes regiões do Brasil;
- Identificar se as culturas de feijão e milho respondem aos fenômenos El Niño e La Niña;
- Identificar e propor estratégias de manejo para mitigar as perdas de produtividade ocasionadas pela influência do fenômeno ENOS.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do feijão

O feijão comum que tem a nomenclatura binomial *Phaseolus vulgaris* L., é uma espécie de cultivo anual, que faz parte da família Fabaceae e do gênero *Phaseolus*. Esse gênero é constituído por 55 tipos de espécies diferentes, onde as cinco mais cultivadas são: *P. vulgaris* L., *P. polyanthus*, *P. lunatus* L., *P. acutifolius* A., *P. coccineus* L. (FREITAS, 2006). A mais usada de maneira comercial dessas espécies é a *P. vulgaris* (RECK, 2010).

A nível mundial, a cultura do feijão apresenta uma importância de consumo e comércio mínima, devido aos países que mais produzem serem os que mais consomem também. O Brasil é considerado o país que mais consome feijão no mundo, já se destacou também como o país que mais produziu feijão e na safra de 2013/2014 estimou-se que o foi o terceiro maior produtor em escala mundial, apresentado 12% da produção, ficando atrás apenas de Myanmar que apresentou 16,4% e da Índia, que apresentou 15,7%, acompanhados da China, Estados Unidos e México (FAO, 2017).

O feijão é considerado como uma das leguminosas de maior importância para a dieta alimentar humana, sendo consumido quantias consideráveis em todas as classes sociais (ARAÚJO, 2008). Seu cultivo abrange em torno de 23 milhões de hectares em escala mundial e produz por ano mais de 23,1 milhões de toneladas. No Brasil, se destaca bastante na agricultura, tanto em produção, que alcança a margem de 3,2 milhões de toneladas por ano assim, como em área plantada (MEIRA; SOUSA, 2015; SALVADOR, 2015).

O feijão mais produzido no Brasil é o carioca, o que representa 63% do consumo total do país, seguido do feijão preto que representa 19% da produção, e o feijão caupi que representa 18% da produção (CONAB, 2018). O cultivo do feijão no Brasil é feito no decorrer do ano, separado em três safras. A primeira safra, conhecida também como safra das águas, a semeadura é realizada entre agosto e outubro, nas regiões Sudeste e Sul. A segunda safra, conhecida também como safra seca, tem a semeadura entre janeiro e março nas regiões Sudeste e Nordeste e a terceira safra, conhecida também como safra de inverno, semeadura entre maio e junho na região Sudeste (MOREIRA; STONE; BIAVA, 2003).

O feijão carioca se destaca na produção porque é distribuído de maneira uniforme entre todas as três safras. Os estados que se destacam como maiores

produtores desse tipo de feijão são Minas Gerais, Paraná e Bahia. O feijão do tipo preto apresenta 67% da produção na primeira safra e 24% da produção na segunda safra, os estados que se destacam como maiores produtores desse tipo de feijão são Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Já o feijão caupi é produzido na segunda safra e apresenta 89% da produção da segunda safra, sendo cultivado nas regiões Nordeste e Norte (ARAUJO, 2008).

A região Sul é a mais importante produtora de feijão, com 28,1% da produção nacional, ressaltando Paraná que apresenta 21% da produção. A região Sudeste segue em segundo lugar no ranking de produção de feijão com 25,5%, ressaltando Minas Gerais que apresenta 17,2% da produção, e a região Centro-Oeste segue em terceiro lugar com 23,4%, ressaltando Mato Grosso que apresenta 13,4% da produção. Já o Nordeste apresenta 22,8% da produção e o Norte apresenta 2,2% da produção de feijão no Brasil (CONAB, 2018).

Segundo Silva e Wander (2013), de acordo com a área plantada de feijão, os produtores que cultivam menos que 50 hectares são 99,08%, os que cultivam de 50 a 200 hectares são 0,77%, isto é, somente 0,15% dos produtores fazem o cultivo do feijão em áreas acima de 200 hectares. Os 99,85% da produção que são oriundas de produtores que tem área até de 200 hectares, são encarregados por 78,26% da produção do feijão nacional.

Grande parte da produção do feijão é feita em agricultura familiar, essa produção representa 67% da produção brasileira (EPAGRI, 2012). A agricultura familiar é considerada como uma cultura de subsistência. Também é cultivado, em escalas menores com sistemas de produção utilizando tecnologia, como controle fitossanitário, irrigação e colheita mecanizada (SOUZA; SANTOS, 2018).

Os grandes produtores escolhem produzir, por exemplo, milho e soja, pois esses grãos dão segurança de custo de produção, preço, onde o cultivo de feijão está mais apto em relação a condições climáticas. Esses produtores se respaldam nas previsões climáticas e nas perspectivas do mercado para tomar decisões dos tipos de culturas que serão plantadas, onde sempre serão priorizados as que apresentarem maiores estabilidades no mercado (DINIZ, 2016).

De acordo com a CONAB (2018), a área da primeira safra do feijão apontou uma diminuição de 7,1%, colocados em 978,6 mil hectares. A média nacional da produtividade foi de 1.057 kg ha⁻¹, valor 1,6% menor que foi alcançado na última temporada. A segunda safra do feijão apontou uma diminuição de 0,4%, o que totalizou

em 1.313,8 mil hectares de área plantada, já a terceira safra do feijão apontou uma diminuição de 16,5%, estipulada em 545 mil hectares (MEIRA; SOUSA, 2015).

No estado de Mato Grosso do Sul, a safra de feijão apontou uma redução de 12,5% da área em comparação com a safra anterior. Levando em consideração as três safras, a safra de 2018/2019 apresentou uma área total de plantação de feijão de 2.837,4 milhões de hectares, redução de 6,2% em comparação com a safra anterior. Estima-se que a próxima safra de feijão no Brasil ficará em torno de 2.545,8 milhões de toneladas, isto é, 21,6% menor do que temporada passada (CONAB, 2018).

Segundo Lacerda et al. (2010) e Vieira et al. (2008), o feijão é classificado como uma planta bastante exigente em relação a condições climáticas, seu crescimento e produção é afetada diretamente pelos índices pluviométricos e temperaturas extremas, pois é muito sensível a estresse hídrico, especialmente por apresenta capacidade de recuperação baixa e por ter um sistema vascular insuficientemente desenvolvido, fazendo com que apareçam doenças radiculares o aparecimento de diversas áreas de origem fúngica (BARROS et al., 2012). O ciclo vegetativo do feijão acontece entre 75 a 100 dias, porém isso depende da altitude e da latitude onde se encontra (KLUTHCOUSKI et al., 2009). O consumo de água para o cultivo do feijão depende das condições do solo, do estágio de desenvolvimento, do tempo que será cultivado e principalmente das condições climáticas no decorrer do ciclo. Chuvas torrenciais no tempo de desenvolvimento da cultura e, especialmente, no decorrer da colheita geram prejuízos na produtividade, atrasando a colheita e provocando acamamento das plantas, o que resultará em um baixo rendimento e conseqüentemente qualidade dos grãos muito inferior (HEINEMANN et al., 2009).

O fenômeno ENOS afeta diretamente a safra de feijão em várias regiões do país. No El Niño de 2016-17 houve um aumento no preço do feijão entre os meses de maio e julho de 2016 em São Paulo, envolvendo os três segmentos mercantis: a produção, o varejo e o atacado (KIYNA, 2020). O mesmo aconteceu em 2015 na Bahia (FEIJÃO, 2017). O parâmetro de índice de precipitação que é medido em escala de centímetro de precipitação mensal, muda drasticamente nos anos de El Niño e La Niña e nos anos neutros no Brasil (INTERNATIONAL, 2011).

No Paraná e na região Centro-sul foram analisadas a produção e produtividade da cultura do feijão em relação ao fenômeno ENOS. Foram feitas análises durante os anos de 1999 e 2009, utilizando dados tanto da primeira como da segunda safra do feijão. Com isso, foi constatado que não tem como determinar uma tendência de

alteração na produtividade fazendo a relação somente com os dados dos fenômenos ENOS (BARTEKO, 2010).

3.2 A cultura do milho

O milho tem nomenclatura binominal *Zea mays*, faz parte da ordem Gramineae e da família Poaceae, sendo originada no México, apresenta ancestrais selvagens como o teosinto há bem mais que oito mil anos e apresenta boa adaptabilidade a mudanças ambientes, o que possibilitou seus cultivos em diversos lugares no mundo (BARROS; CALADO, 2014).

As primeiras espigas do teosinto tinham menos que três centímetros. Há seis mil anos atrás, teve início a domesticação desse grão através de cruzamento e seleção, o que originou em espigas maiores. No decorrer dos anos, o milho foi se destacando e passou a ser um dos alimentos mais consumidos pelos povos indígenas, por ter valor energético alto. Passou a ser consumido tanto verde como seco, para serem armazenados e então consumidos no decorrer do ano, garantindo assim o sustento desses povos (VILAR, 2016). Por causa de suas características, o milho saiu da América Central para a América do Sul. Devido a migração dos povos indígenas para o restante da América, o milho se espalhou por todo o continente, onde eram cultivadas nas terras altas no México e passou a serem cultivadas, também, nos Andes. Porém, o milho que foi adaptado para o cultivo nos Andes não conseguiu se adaptar nos cultivos de montanha brasileiro, por isso foi preciso fazer a domesticação do milho oriundo da América Central e do Norte. A certificação desse fato se deu por análise genética do gene *Adh2* presente nos milhos cultivados pelos indígenas da região do Xingu, e nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, observando que essa variante é mais próxima dos que eram cultivados nas terras baixas do México (LOPES, 2002).

Com a vinda dos europeus para a América, diversos produtos que eram cultivados pelos povos americanos foram levados para Europa, inclusive o milho, e por apresentar uma excelente adaptabilidade, esse grão se espalhou pelo continente europeu, onde passou a fazer parte da cultura e com isso foi se espalhando para o resto do mundo (VILAR, 2016).

Atualmente sabe-se que existem mais de 150 tipos de variedades de milho, sendo que 28 são cultivadas no Brasil, onde são classificadas em seis grupos: milho dentado, que são os grãos miúdos com formato de um dente com cor amarela ou alaranjado; o milho de pipoca, que são os grãos miúdos com formato de uma gota com

cor laranja amarelada; o milho mole, que são os grãos com formato arredondado com cor branca ou amarelo; o milho doce, que são os grãos arredondados e achatados com cor amarela; o milho duro, que são os grãos com formato oval e liso com cor amarela alaranjado; e o milho branco, que são os grãos pesados, profundos com textura média com cor branca (MONTANINI, 2017).

De acordo com Nunes (2016), o ciclo do milho necessita, especialmente, do ambiente onde será cultivado. Algumas condições acabam interferindo diretamente no potencial genético da planta, como a fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica, a radiação solar, o fotoperíodo, porém, a condição considera mais determinante para o desenvolvimento e crescimento do milho é a temperatura, que precisa estar entre 24 a 30 °C. Já a característica que mais interfere na produção são as condições hídricas que são geradas pelas estiagens ou secas prolongadas, especialmente as que acontecem no decorrer dos períodos conhecidos como críticos para o desenvolvimento da cultura (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Um estudo foi realizado para avaliar a produtividade do milho no Estado de São Paulo, na região do Médio Paranapanema, onde os pesquisadores tentaram fazer uma relação da ocorrência do fenômeno ENOS com as precipitações que acontecem na região. Para isso foram utilizados dados de precipitação e da ocorrência do fenômeno ENOS na safra de verão dos anos de 1976 a 2007 (PRELA-PANTANO et al.; 2011).

Outro estudo teve como objetivo identificar a diferença de produção do milho no Rio Grande do Sul no decorrer dos anos, e foi apontado que a produtividade está relacionada com a oscilação das precipitações, isto é, que está associada diretamente com o fenômeno ENOS. Esse estudo quantificou a relação entre a precipitação e a produtividade do milho associados ao fenômeno ENOS, onde ficou constatado que nos anos que acontecem o El Niño a cultura do milho é favorecida fazendo com que ocorra um aumento na produtividade, por outro lado, na fase oposta, isto é, La Niña, acontece um baixa na produção causa pela diminuição da precipitação, onde essa precipitação é habituada a acontecer durante os meses de outubro a março em relação a produtividade (BERLATO; FARENZENA; FONTANA, 2005).

Na região Sudeste um estudo observou a influência do fenômeno ENOS no decorrer do período de chuva, para isso foi usado dados diários obtidos de 203 estações que faziam medição pluviométrica. Os resultados alcançados mostraram que não houve influência do El Niño em relação a precipitação, com exceção do extremo sul dessa região (MINUZZI et al., 2006).

No Brasil, os dados disponíveis que relacionam a influência do fenômeno ENOS em relação a culturas é bastante escasso, com isso não se pode afirmar a intensidade da interferência do fenômeno na produtividade. O resultado dessa falta de informação prejudica o agricultor a tomar decisões e não colabora para criações de políticas públicas para esse assunto.

3.3 Fenômenos ENOS

O fenômeno EL Niño Oscilação Sul ou ENOS é determinado por dois eventos: o El Niño e a La Niña, que são compostos pela interação da atmosfera com o oceano, ocorrendo no Oceano Pacífico, onde é possível fazer a verificação da temperatura da superfície do mar (TSM), sendo mais frio ou mais quente que o habitual, abalando os sistemas de baixa e alta pressão e acarretando alterações climáticas em diversas partes do mundo, gerando alta umidade em várias regiões ao mesmo tempo que em outras a umidade fica baixa ou nula, causando assim as secas (NOAA, 2018).

Normalmente a temperatura média do mar é medida através de índices em diferentes regiões do Pacífico Equatorial, classificados em Niño 1+2, Niño 3, Niño 3,4 e Niño 4 (CPTEC, 2018). De acordo com Oliveira (2001), além de índices baseados nos valores da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico equatorial, o fenômeno ENOS pode ser também quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS). Este índice representa a diferença entre a pressão ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália). Também está relacionado com as mudanças na circulação atmosférica nos níveis baixos da atmosfera, consequência do aquecimento ou resfriamento das águas superficiais na região. Valores negativos e positivos da IOS são indicadores da ocorrência do El Niño e La Niña, respectivamente (OLIVEIRA, 2001).

Quando o fenômeno ENOS se encontra em suas condições normais, os ventos chamados alísios vão do leste ao oeste com o aparecimento de ressurgências na costa oeste da América do Sul, o que produz temperatura mais frias no Pacífico Equatorial Leste. Quando os ventos alísios enfraquecem e a temperatura superficial do mar sobe, acontece o fenômeno El Niño. Entretanto, quando ocorre o aumento dos ventos alísios causando maior ressurgência e a queda da temperatura superficial do mar, acontece a La Niña (CPTEC, 2018).

Os ventos alísios são formados pela contemplação cíclica da Célula de Walker, porém em anos neutros, a temperatura da superfície do mar é mais quente no norte da Austrália no Oceano Pacífico, aumentando a evaporação e consequentemente a

formação de nuvem contribuindo na força ascendente, e na costa da América do Sul é fornecido a força descendente (MARTINS, 2017). De acordo com Martins (2017):

“Na costa oeste da América do Sul, temos águas mais frias do que a média e essa situação vai dificultar a convecção sobre os oceanos nessa região. Um dos ramos ascendentes da circulação ficará sobre o norte do continente sul-americano, teremos, portanto, chuva acima da média em parte da Região Norte do Brasil. A chuva também será intensa na Indonésia e vizinhanças, pois a convecção ficará bem forte por lá, uma vez que a anomalia de temperatura do oceano será positiva naquela região.” (MARTINS, 2017).

No século XVI já haviam relatos de navegadores que viajavam do Panamá para Lima em alguns dias, pois eram impulsionados pelo vento oeste, sendo que normalmente essa mesma viagem podia levar meses para ser realizada. Porém, somente no século XIX que foi concedido um nome para esse evento, batizado pelos marinheiros peruanos de Paita (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A primeira constatação do fenômeno ENOS foi dada pelos pescadores da costa da América do Sul, onde eles conseguiram definir a incidência do El Niño em períodos cíclicos de dois a sete anos (DANTAS, 2018). Segundo Oliveira (2011):

“O termo La Niña ("a menina", em espanhol) surgiu, pois, o fenômeno se caracteriza por ser oposto ao El Niño. Pode ser chamado também de episódio frio, ou ainda El Viejo ("o velho", em espanhol). Algumas pessoas chamam o La Niña de anti-El Niño, porém como El Niño se refere ao menino Jesus, anti-El Niño seria então o Diabo e, portanto, esse termo é pouco utilizado. O termo mais utilizado hoje é: La Niña.” (OLIVEIRA, 2001).

A denominação El Niño ou menino Jesus foi dada pelo período de ocorrência dos fenômenos, que acontece antes do Natal, com isso foi associado ao nascimento de Jesus Cristo e, portanto, o fenômeno climático recebeu esse nome (DANTAS, 2018).

Os principais impactos do fenômeno ENOS no Brasil são definidos por regiões. Em anos de El Niño na região Norte são observados a diminuição das chuvas e o crescimento de incêndios florestais, na região Nordeste são observadas secas, porém sem muito efeito no oeste e sul da região, a região Centro-Oeste apresenta tendências de precipitações que são maiores que a média, na região Sudeste é observado a elevação da temperatura no inverno e na região Sul são observadas chuvas torrenciais especialmente na primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No Brasil o El Niño traz tantos benefícios como prejuízos, fazendo com que os agricultores fiquem bastante receosos. Na região Sul há um aumento das precipitações no começo do inverno, durante a primavera toda e nas últimas semanas do outono,

aumentando as precipitações em até 150% em relação ao considerado normal, impactando diretamente na temporada de colheita das culturas agrícolas. Nas regiões Sudeste e Sul geralmente as temperaturas ficam mais altas que o habitual, fazendo com que o inverno seja mais ameno e diminui a ocorrência de geadas (SANTOS, 2004).

Nas regiões Nordeste e Norte acontece uma diminuição nos níveis de precipitações, chegando a um declínio na quantidade de chuva em até 80%. Na região Nordeste acontecem estiagens, o que reflete diretamente em prejuízos para produção, fazendo com que os reservatórios de hidrelétricas sequem e, conseqüentemente, diminuindo a produção de energia, afetando também o abastecimento para o consumo humano e animal (SANTOS, 2004).

O evento do fenômeno ENOS que mais causou danos foi o de 1982-83, causando uma seca devastadora na Indonésia, Saheliana, Austrália e África Austral, matando mais de 60 mil pessoas na Etiópia. Ocorreu também chuvas que não paravam no Pacífico Oriental indo até a Califórnia, no Peru aconteceu uma drástica diminuição no pescado no mesmo momento que mais de 10 mil pessoas morreram por epidemias e milhares de pessoas ficaram desabrigadas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3.4 Estratégias para reduzir a influência do ENOS

A influência do fenômeno ENOS interfere nas estiagens fazendo com que aumente ou diminua a intensidade na frequência das precipitações, o que afeta a economia já que as plantações agrícolas dependem de água. Aliado a esse fato e com os novos híbridos presente no mercado, que são cada vez mais eficientes e precoces, requerem um maior consumo de água para atingir a produtividade desejada. Com isso se torna indispensável que os gestores que estão envolvidos na produção agrícolas utilizem técnicas para desenvolver melhorias na disponibilidade e retenção de água para as plantas (BARACUHY et al., 2007).

Antes da retenção e do armazenamento da água através do solo é preciso que a água consiga chegar até o mesmo. Esse evento é chamado de infiltração, que nada mais é do que o movimento descendente da água no solo passando para a superfície. Contudo, para que aconteça uma potencialização desse evento no solo, a infiltração precisa estar em uma quantidade adequada. Algumas técnicas como mecânicas, vegetativas e edáficas são usados no intuito de diminuir perdas de água, favorecendo a estabilidade dos sistemas agrícolas e fazendo com que ocorra recargas hídricas de reservas subterrâneas (FRANCHINI, 2009).

No entanto, a retenção da água é determinada como a capacidade do solo em acondicionar a água que é fornecida pela irrigação ou precipitações. Já a água que se encontra disponível nas plantas é proveniente do volume guardado da capacidade do campo com o ponto permanente de murcha (KLEIN, 2014). Esses dois processos estão ligados intimamente com a distribuição dos poros presente no solo, incluindo os microporos que são os responsáveis por armazenar a água que será utilizada pelas plantas.

Uma técnica bastante utilizada durante o fenômeno ENOS na retenção de água em plantações agrícolas é o incremento de matéria orgânica no solo. Esse método está relacionado com a melhora substancial da estrutura do solo, o que auxilia no desenvolvimento radicular, aumentando o reservatório de água disponível e a diminuição da intensidade de revolvimento (ARAÚJO, et al., 2004; FRANCHINI et al., 2009). A matéria orgânica consegue reter até vinte vezes a sua massa total em água, onde uma parcela é contida pela estrutura interna. A relevância da matéria orgânica para ajudar na retenção de água do solo, dependente diretamente da sua textura, por exemplo, em solos que apresentam texturas mais arenosas a retenção se torna mais sensível em relação a quantidade de matéria orgânica quando comparado com solos mais argilosos, que por sua vez apresentam texturas mais finas (SILVA e MENDONÇA, 2007).

Os solos que já são enriquecidos com matéria orgânica, normalmente, apresentam fungos micorrízicos simbiotes, que são constituídos por componentes-chave, o que influencia na produtividade e no crescimento das plantas. A importância das micorrizas se dá pela melhora da interação da água com a planta, maximizando a resistência a secas (MILLER et al., 1995). A relação da água com a planta influencia as micorrizas nos ciclos de umedecimento/secagem da estrutura dos poros presente no solo, assim como o número de ligações das hifas dos fungos, que se prolonga da raiz até o solo (ALLEN, 2007). No mercado já existem vários inóculos de micorrizas para compra, contudo, são raros os estudos científicos em relação ao êxito em tipos diferentes de culturas, com o feijão e o milho, e também nos tipos de solos brasileiros.

A utilização de biomassa carbonizada foi redescoberta atualmente. O biocarvão ou biochar é definido como um subproduto sintetizado por meio de carbonização de biomassa animal ou vegetal através de pirólise, sendo um composto bastante rico em carbono estável (AHMAD et al., 2014). O uso do biochar, tendo adição de 1 a 5%, faz com que diminua a densidade do solo, fazendo com que aumente o volume de poros, assim como a quantidade de água no ponto permanente de murcha (ABEL et al., 2013). A adição

de biochar em solos argilosos como em solos arenosos aumenta a retenção de água do solo e diminui a densidade, sendo explicado através da morfologia poroso do biocarvão, o que aumenta a retenção de água no solo (ULYETT et al., 2014). Foram aplicados biochar oriundos de resíduos de poda em pomares de *Vitis vinífera* L.; em concentrações de 22 a 44 mg ha⁻¹ ano⁻¹ apresentando um considerável aumento de volume de água que foi retida no solo, com valores de 3,2% e 45%, e o potencial de água encontrado nas folhas foi de 24 e 37% considerando os períodos de seca (BARONTI et al., 2014). É de extrema importância afirmar que o impacto que o biocarvão causa geralmente é maior em solos considerados como degradados, perturbados ou bastante intemperizados quando comparado com os solos que apresentam elevados teores de matéria orgânica (PRÓ-NATURA INTERNATIONAL, 2013).

Outra técnica bastante recomendada para ajudar o solo a não perder água e consequentemente prejudicar as safras é utilizando polímeros sintéticos. Esses polímeros são utilizados para agir como condicionadores de solo, possuindo uma excelente capacidade de retenção de água no solo apresenta tensões maiores do que as partículas naturais do solo. Mesmo apresentando essas características, a tensão ainda é menor que a tensão de sucção das raízes das plantas, possibilitando que essa água consiga ser liberada imediatamente pela planta, usando os polímeros sintéticos como uma possibilidade de aprimorar a capacidade de armazenamento em regiões que apresentam escassez (AZEVEDO et al., 2002; MARQUES; PINTO, 2013; MENDONÇA et al., 2013).

Os hidrogéis são classificados como uma rede de polímeros tridimensionais que conseguem guardar quantidades significativas de água no interior da sua estrutura, causando um inchaço sem precisar dissolver (RUI et al., 2007). Esses polímeros podem ser oriundos tanto de petróleo como de fontes renováveis, por exemplo, poliésteres, polissacarídeos e poliamidas, que normalmente provém de plantas como é o caso da cana de açúcar (LIMA; SOUZA, 2011). A hidratação dos grupos polares e hidrofílicos começa quando as primeiras moléculas de água entram na matriz do hidrogel, com isso, o hidrogel começa o processo de expansão. Por consequência, os grupos apolares começam a ficarem expostos e então a interagir com outras moléculas de água. Após essas interações, outra parte de água que é conhecida como água livre por não participar da interação, entra na estrutura do gel fazendo com que ocorra o efeito da força osmótica (SILVA, 2007).

A prática de compactação do solo se destaca em plantios diretos por reduzir a infiltração da água no solo, além de aumentar a intensidade de cultivo das safras e safrinhas, gerando aumento na resistência do solo em relação ao crescimento de raízes, fazendo com que cresça mais superficialmente, contudo essa técnica faz com que aumentem as chances de erosão e de déficits nutricionais e hídricos nas culturas, (ROSOLEM et al., 1994; MORAES et al., 1995). O solo compactado apresenta uma diminuição no número de macroporos e aumento da densidade do solo, com isso as raízes das plantas passam a sofrer modificações fisiológicas e morfológicas, com o intuito de se adaptarem (MÜLLER et al., 2011).

A diminuição das operações agrícolas não é suficiente para minimizar ou evitar a compactação, para isso é preciso haver rotações de culturas, abrangendo espécies que sejam capazes de produzir quantidades elevadas de massa para cobrir o solo e que, acima de tudo, apresentem sistema radicular profundo e agressivo, com grande volume, sendo capaz de criar canais, diminuindo a compactação (CARDOSO et al., 2013). O uso de culturas de plantas de cobertura que apresenta sistema radicular mais agressivo é uma alternativa bastante eficiente e de baixo custo para aplicar compostos orgânicos no solo, melhorando a estrutura do solo.

Contudo, diferente do que acontece com o uso de escafricador, que rompe o solo através de propagação de trincas e é indicado para descompactar a camada superficial do solo proporcionando mais economia e produtividade, as plantas descompactadoras proporcionam trincas mais uniformes na camada compactada, além de ajudar na melhora do estado de agregação do solo (CARMAGO; ALLEONI, 2017). Quando os raízes penetrantes na cama do solo compactados se decompõem, elas assentam canais que ajudam no movimento da água e na difusão de gases no perfil do solo, além de desempenhar papel de via para penetração radicular de outras culturas (BARLEY, 1954).

Outra praticas conservacionistas como terraceamento e curva de retenção de água também são usadas como estratégias para aumentar a capacidade de retenção de água no solo. De acordo com Resck (1981), o terraceamento é uma técnica que consiste em locar e construir uma estrutura no sentido transversal à declividade do solo, no intuito de reduzir a velocidade de uma enxurrada e com isso amenizar possíveis destruições de agregados do solo, ocasionando erosão, assim como é usado para subdividir o volume de escoamento superficial proporcionando a infiltração da água no solo. Com isso, impede-se a formação de sulcos, e, conseqüentemente, de voçorocas

(BERTOL et al., 2007). A eficiência do terraceamento se dá pela combinação de outras práticas conservacionistas, como o manejo de restos de culturas, o plantio em nível, adubação verde, culturas em faixas, correção química etc (POSTEL, 2013).

Já a curva de retenção de água ou CRA é usado para mostrar o aspecto dinâmico de água presente no solo, permitindo calcular a quantidade de água que um solo consegue reter dentro de limites definidos e potencial matricial. O conhecimento do CRA possibilita fazer a interpretação das características de armazenamento de água no solo de acordo com as necessidades hídricas das culturas (URACH, 2007). É importante ressaltar que, mesmo em plantio diretos, essas práticas são importantes em regiões declivosas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado utilizando dados da série histórica de produção de feijão e milho no Brasil, analisando a relação com a eventualidade dos fenômenos El Niño, La Niña e os anos Neutros. Para fazer as análises foi usado o total das safras de 1990 a 2019. Para realização deste estudo foram escolhidos os 10 principais estados na produção desses grãos, que correspondem a 95,3% do total de produção da safra agrícola de 2018/2019 (CONAB, 2020).

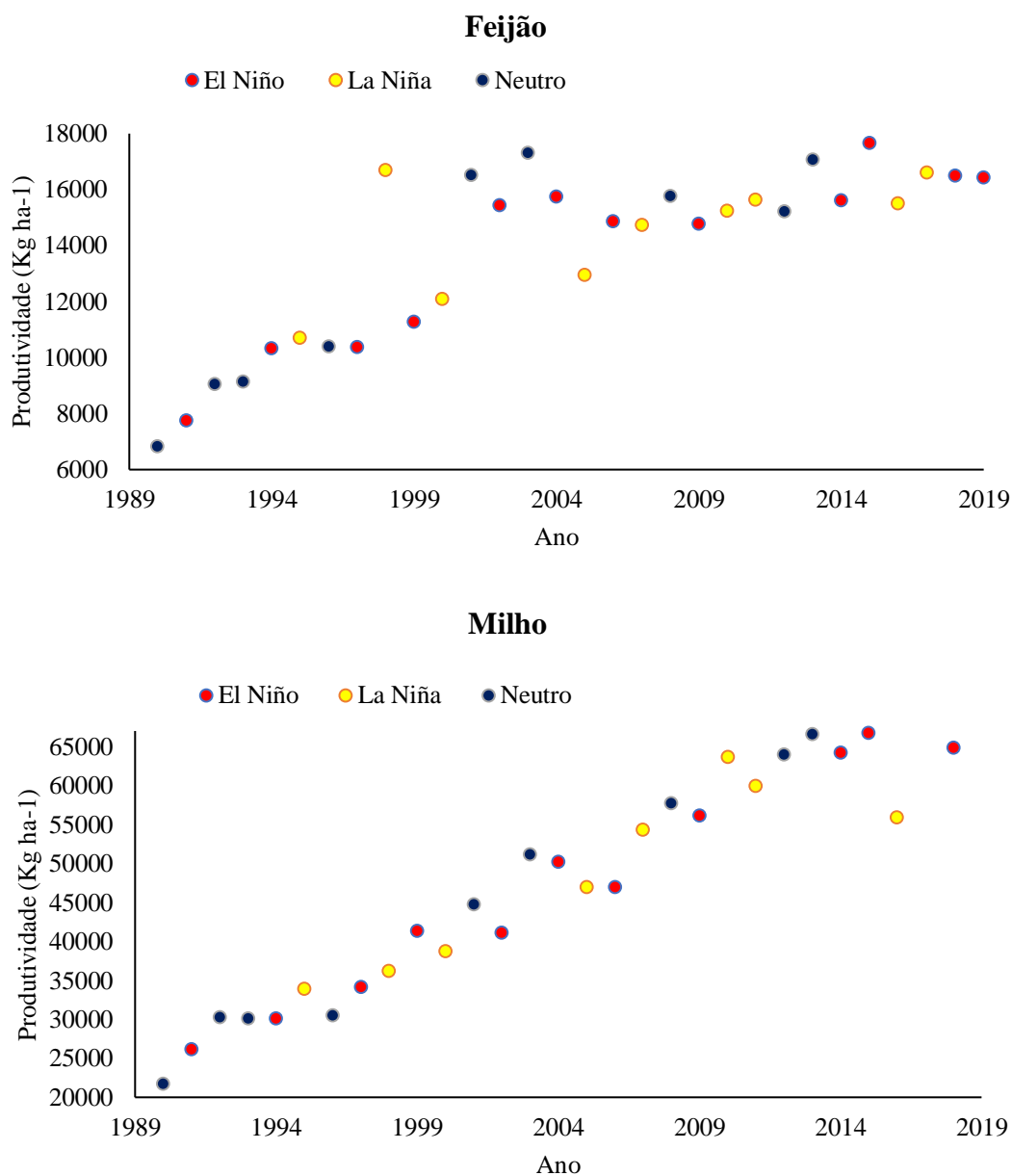
Portanto, os estados que apresentaram as maiores contribuições na produção de feijão na safra 2019/2020 em ordem decrescente foram: Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia. Já para o milho, os estados que apresentaram as maiores contribuições na produção da safra 2019/2020 em ordem decrescente foram: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (CONAB, 2020).

Os dados da série histórica de produção são concedidos pela Companhia Nacional e Abastecimento (CONAB), que dispõem dados desde a safra de 1976/1977, totalizando 44 anos de dados acerca da produtividade.

Os dados analisados foram selecionados das principais cidades fornecedoras em cada estado da safra 2019/2020. Na região Norte foram analisados os dados da cidade de Santarém (PA). Na região Nordeste as cidades de Balsas (MA) e São Desidério (BA). Na região Centro-Oeste as cidades de Dourados (MS), Jataí (GO) e Lucas do Rio Verde (MT). Na região Sudeste foram analisados dados da cidade de Itapeva (SP) e Uberlândia (MG). Na região Sul as cidades de Cascavel (PR) e Santa Bárbara do Sul (RS).

Foram coletados a produtividade dos últimos 30 anos, isto é, dos anos de 1990 a 2019. Na Figura 1 observa-se a produtividade de feijão e milho nos anos ENOS e neutros de cada estado citado.

Figura 1– Evolução da produtividade do feijão e milho nos anos de 1990 a 2019 no Brasil, com ocorrência do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Para fazer a definição da ocorrência do fenômeno ENOS foi usado a diferenciação da temperatura da superfície do mar. Dessa maneira, para determinar um El Niño, a média precisa ser superior a 0,5 °C por, pelo menos, cinco trimestres decorrentes, contudo, se for menor a - 0,5 °C por, pelo menos, cinco trimestres decorrentes, é caracterizado como La Niña e os dados que se encontram entre 0,5 °C e - 0,5 °C nas médias trimestrais corresponde ao ano neutro. Esses dados são gerados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), que usa para os períodos

de calor a cor vermelha e frio a cor azul, se baseando em um limiar de +/- 0,5 °C para o Índice Oceânico de Niño ou ONI, relacionado com a média de 3 meses com temperaturas de superfície do mar anormais do que a habitual em cada região. Na Tabela 1 é possível observar a classificação de cada ano agrícola nas diferentes condições El Nino, La Nina e Neutro no período de estudo.

Tabela 1 – Ocorrência do fenômeno ENOS relacionado com os anos agrícolas estudados.

Safra	ENOS	Safra	ENOS
1990-91	Neutro	2005-06	La Nina
1991-92	El Nino	2006-07	El Nino
1992-93	Neutro	2007-08	La Nina
1993-94	Neutro	2008-09	Neutro
1994-95	El Nino	2009-10	El Nino
1995-96	La Nina	2010-11	La Nina
1996-97	Neutro	2011-12	La Nina
1997-98	El Nino	2012-13	Neutro
1998-99	La Nina	2013-14	Neutro
1999-00	El Nino	2014-15	El Nino
2000-01	La Nina	2015-16	El Nino
2001-02	Neutro	2016-17	La Nina
2002-03	El Nino	2017-18	La Nina
2003-04	Neutro	2018-19	El Nino
2004-05	El Nino	2019-20	El Nino

Fonte: Adaptado de NOAA (2020).

Para fazer a determinação da ocorrência de cada fenômeno no decorrer do período onde a cultura se encontra no campo, é usado o ano agrícola que começa no primeiro dia de julho e vai até o dia 30 junho do outro ano. Foram considerado as médias das produtividades dos 10 estados com a maior produtividade do Brasil, nos anos de ocorrência dos fenômenos, onde foi feito o desvio padrão dessas ocorrências, com isso, se tem uma série histórica da safra que é classificado de acordo com os fenômenos. Os gráficos foram gerados utilizando-se o *software* Statistica 10.0, através da caracterização dos dados utilizando se Boxplot.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

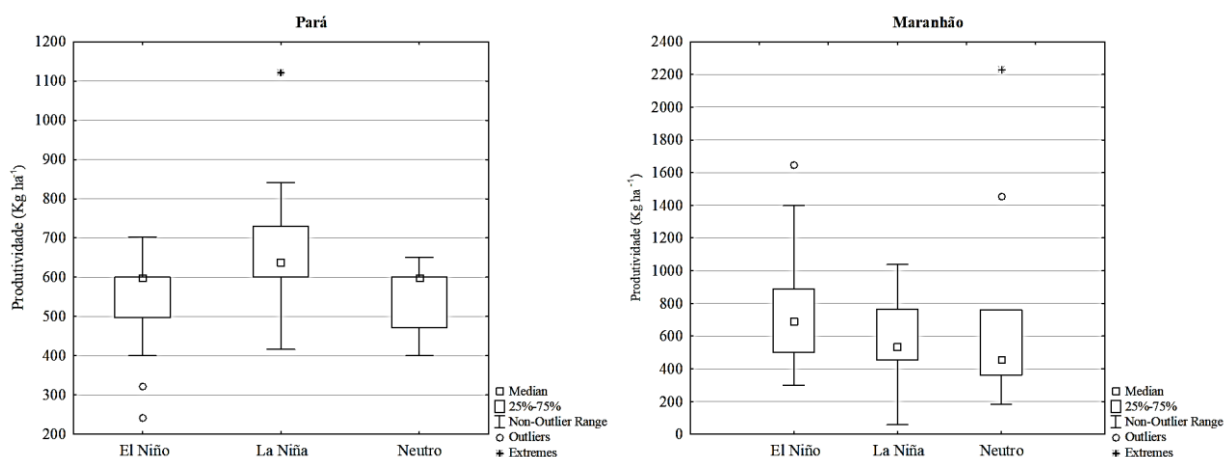
A influência do fenômeno ENOS sobre a produtividade do feijão e do milho foi mais pronunciada em algumas regiões do Brasil do que em outras. De modo geral, foi possível observar um padrão de resposta para os diferentes eventos e estados.

As médias das produtividades determinam a associação entre a área plantada com o total produzido, isto é, é determinado o total produzido por hectares. É possível que um grande estado que tem uma grande área de cultivo apresente baixa produção, o que faz com que esse estado tenha uma baixa produtividade. Em situações contrárias, onde pequenas áreas de cultivo apresentam uma boa produção, esse estado apresentará alta produtividade.

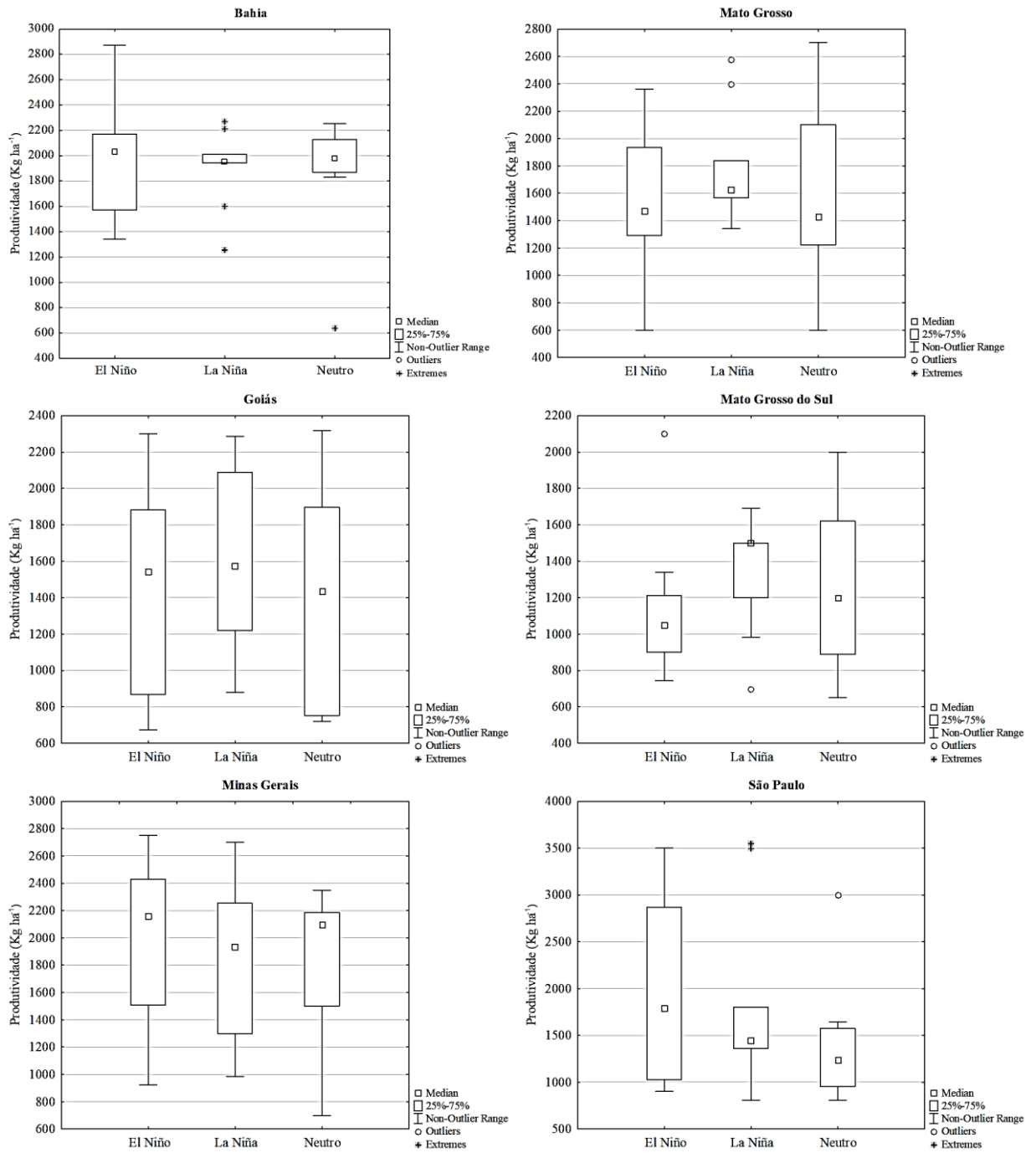
5.1 Produtividade do feijão e a relação com o fenômeno ENOS

Observou-se que o estado do Pará (Figura 2) apresentou a maior média de produtividade nos anos que ocorreram o fenômeno La Niña e menor em anos Neutros sendo que as médias dos anos El Niño e Neutro se encontram bem próximas, onde o maior desvio padrão é dado nos anos La Niña e o menor em anos Neutro. Na região Norte, o Pará apresentou a menor média nacional de produtividade nos anos de El Niño e Neutros, sendo que o estado obteve a menor média do país nos anos Neutros, também foi observado que o menor desvio padrão nacional está nesse estado, sendo nos anos El Niño e Neutro, onde os anos Neutros apresentaram o menor desvio padrão nacional. A região Norte em anos La Niña tem uma tendência maior de volume de chuva, isso pode ter resultado em um aumento na produtividade no estado do Pará (GRIMM et al., 1996; BERLATO E FONTANA, 2003; SALINI, 2012).

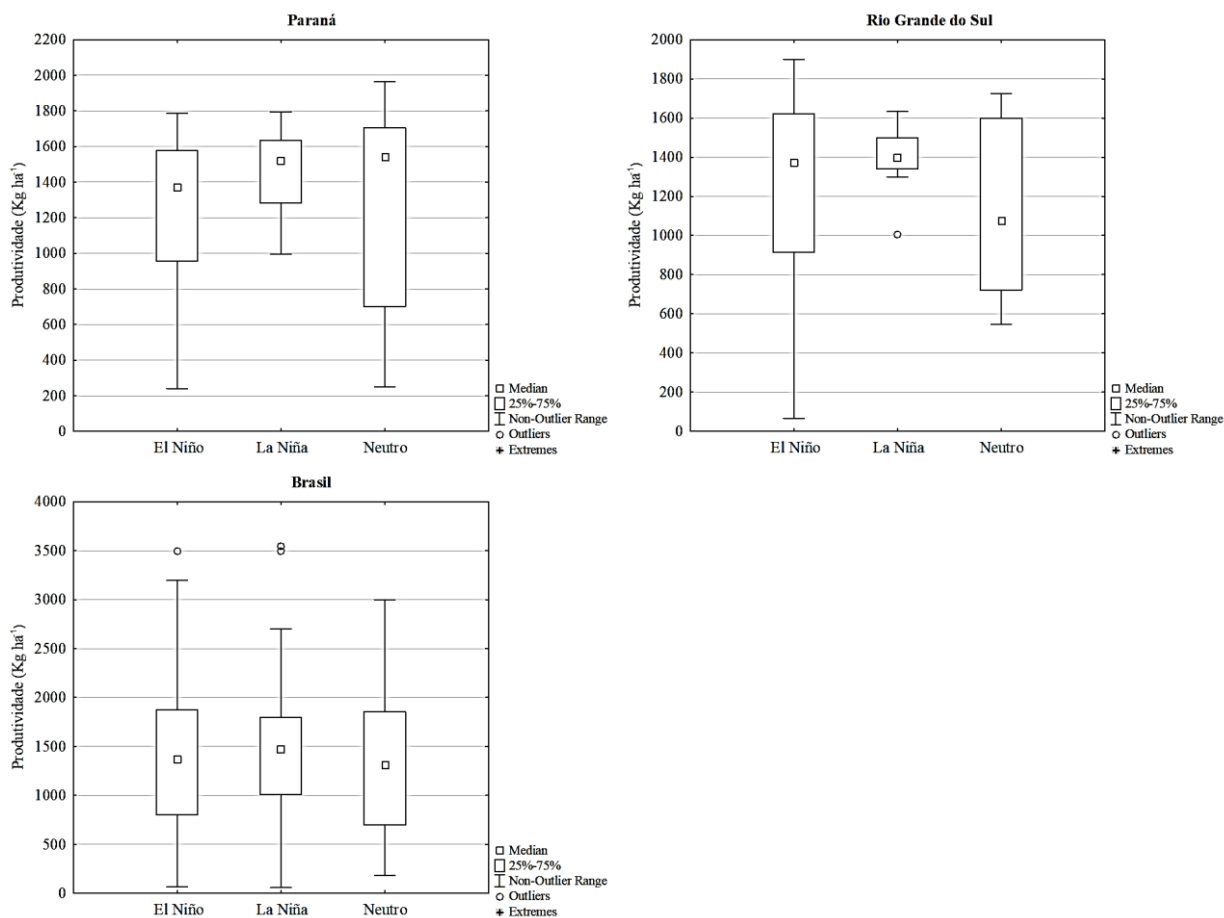
Figura 2 - Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Continuação Figura 3– Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Continuação Figura 4– Média de produtividade do feijão de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O Maranhão (Figura 2) apresentou a maior média de produtividade em anos El Niño e menor em anos Neutros, tendo o maior desvio padrão nos anos Neutros e menor em anos La Niña. Foi observado também no Maranhão a menor média de produtividade nacional nos anos que ocorreu o fenômeno La Niña. No estado da Bahia (Figura 2) se verificou maior média de produtividade em anos El Niño e menor em anos Neutros sendo que as médias dos anos La Niña e Neutros estão bem próximos, apresentando maior desvio padrão em anos Neutros e menor em anos La Niña. Na Bahia quase não foi observado variação na média, com isso, é possível afirmar que não houve um padrão de respostas e que, independentemente dos anos ENOS, a média da produtividade de feijão nesse estado foi de 1.932,63 Kg ha⁻¹. Mesmo em anos El Niño, em que a seca fica mais severa na região Nordeste, o cultivo do feijão apresentou, em geral, uma tendência de aumento da produtividade através dos anos, por causa da melhoria da tecnologia de

produção, como, por exemplo, material genético mais adaptado e melhores técnicas de manejo (ALMEIDA et al., 2013).

Para o estado de Mato Grosso (Figura 2) observou-se a maior média de produtividade em anos que ocorreu o fenômeno La Niña e o menor em anos Neutros sendo que a média dos anos El Niño e Neutros são próximos, contudo, o maior desvio padrão é dado nos anos Neutros e os anos El Niño e La Niña apresentaram desvio padrão próximos. No estado de Goiás (Figura 2) a maior média de produtividade aconteceu nos anos La Niña e a menor em anos Neutros, onde o maior desvio padrão foi observado em anos El Niño e o menor em anos La Niña sendo que o desvio padrão dos anos El Niño e Neutros são bastante próximos. Já no estado de Mato Grosso do Sul (Figura 2), possui maior média de produtividade em anos que ocorreu o fenômeno La Niña e menor em anos El Niño, já para o desvio padrão o maior se encontra em anos Neutros e os anos El Niño e La Niña apresentam valores relativamente próximos. A região Centro-Oeste obteve a maior média de produtividade durante os anos La Niña no estado do Mato Grosso e a menor nos anos El Niño no Mato Grosso do Sul. Um dos motivos pela região Centro-Oeste ter produzido mais em anos de La Niña pode estar relacionado aos efeitos que são poucos previsíveis durante o fenômeno La Niña na região, que podem variar de acordo com a intensidade do fenômeno (HERRMANN, 2006).

Em Minas Gerais (Figura 2) foi observado que a maior média de produtividade aconteceu nos anos que ocorreram o fenômeno El Niño e o menor nos anos La Niña, já o maior desvio padrão se encontra nos anos El Niño e menor nos anos Neutros. No estado de São Paulo (Figura 2) se verificou a maior média em anos El Niño e a menor em anos Neutros, é possível observar que o maior desvio padrão se deu em anos Neutros e os anos El Niño e La Niña apresentaram desvio padrão próximos. Na região Sudeste foram observados a maior média de produtividade da região nos anos El Niño e a menor durante os anos Neutros. Um dos fatores que explica a maior produtividade em anos El Niño na região é que em anos que ocorrem esse fenômeno, a quantidade de precipitações aumenta, o que favorece o aumento da produtividade em toda a região (ALVES, 2002).

Para o estado do Paraná (Figura 2) a maior média de produtividade se encontra nos anos Neutros e o menor nos anos de El Niño sendo que as médias dos anos La Niña e Neutros são muito próximas, com desvio padrão maior em anos Neutros e menor em anos La Niña. No Paraná não foi possível ver um padrão, pois existe uma tendência em

anos Neutros produzir mais que La Niña e El Niño. No estado do Rio Grande do Sul (Figura 2) a maior média de produtividade ocorreu durante os anos de ocorrência dos fenômenos La Niña e o menor nos anos Neutros sendo que a média dos anos El Niño e La Niña se encontram bastante próximos, já o maior desvio padrão se encontra nos anos El Niño e a menor nos anos Neutros. O Rio Grande do Sul apresentou um padrão de resposta semelhante para anos com El Niño e La Niña. No entanto, para anos Neutros a produtividade é reduzida em aproximadamente 20%. De acordo com Praela (2004), houve uma baixa na produtividade do trigo em anos de El Niño na região oeste e centro-oeste do Paraná, o que está associado a alta umidade que acontece no decorrer do ciclo da cultura. Contudo, Barteko (2010) observou que não houve como determinar uma tendência de alteração na produtividade do feijão quando se associa ao fenômeno ENOS, o que pode ser definido através da média geral das produtividades analisadas e que determina que os dados não fogem do desvio padrão.

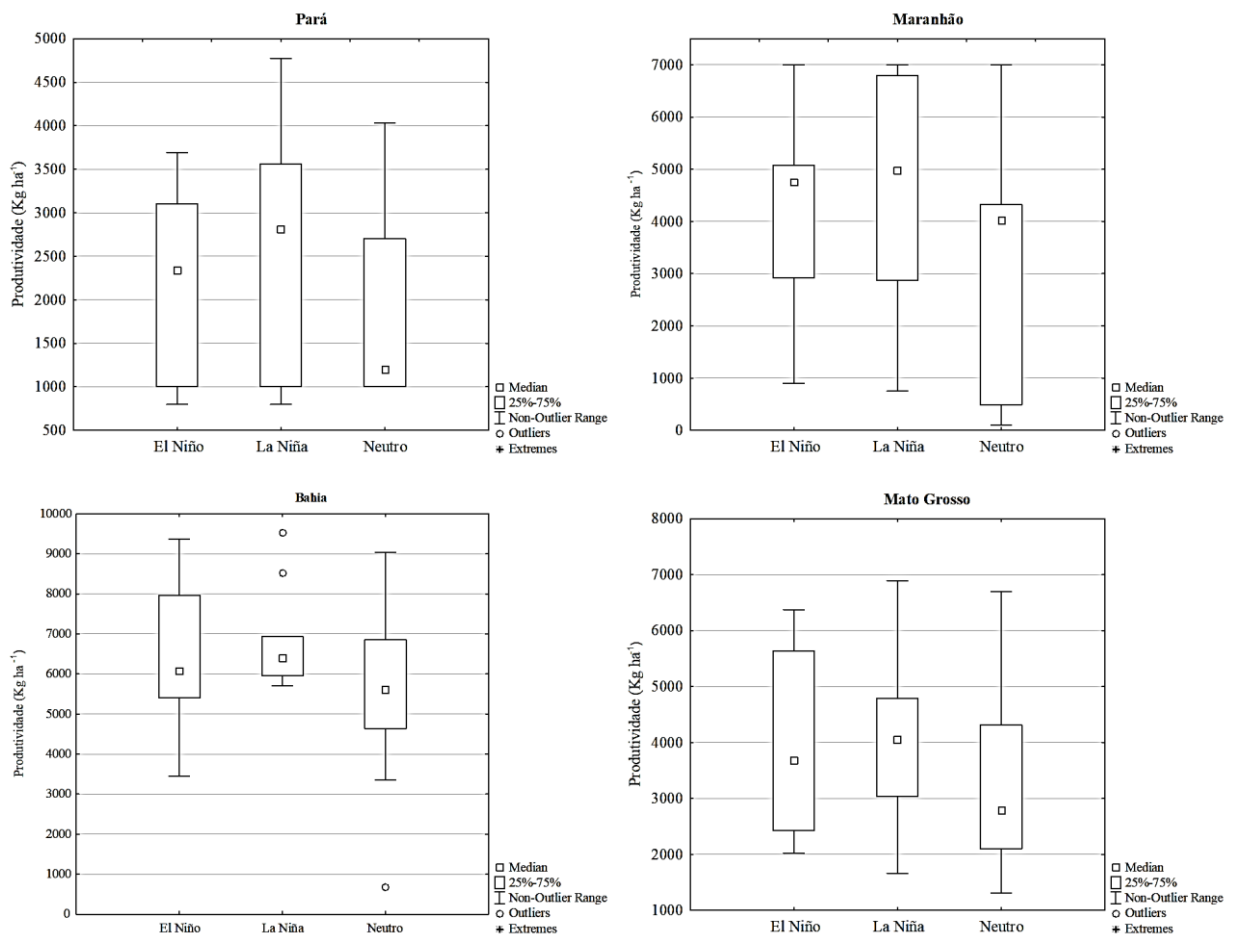
Em relação à média geral de produtividade do Brasil (Figura 2) a maior se encontra em anos que ocorreram o fenômeno La Niña e a menor nos anos Neutros, já o maior desvio padrão aconteceu durante os anos El Niño e o menor durante os anos Neutros sendo que o desvio padrão dos anos El Niño e La Niña se encontram muito próximos. Contudo, considerando a série histórica estudada, a produtividade no Brasil é semelhante para anos de El Niño, La Niña e Neutros.

É importante ressaltar que apesar da frequência dos fenômenos EL Niño e La Niña, cada um tem um nível de intensidade, sendo dividido em Fraco, Moderado e Forte. Em relação ao fenômeno El Niño, entre os anos analisados, os anos 2004, 2006, 2014, 2018 e 2019 apresentaram nível Fraco, os anos 1994, 2002, 2009 apresentaram nível Moderado e os anos 1991, 1997, 1999 e 2015 apresentaram nível Forte. Já em relação ao fenômeno La Niña, entre os anos analisados, os anos 2000, 2005, 2016, 2017 apresentaram nível Fraco, os anos 1995, 2007, 2011 apresentaram nível Moderado, os anos 1998, 2010 apresentaram nível Forte. Os demais anos foram os anos Neutros. É bastante importante relacionar nas análises, a efetiva relação do IOS (Índice de Oscilação Sul), com a intensidade dos efeitos a que os fenômenos estão relacionados (MORAES NETO et al., 2007).

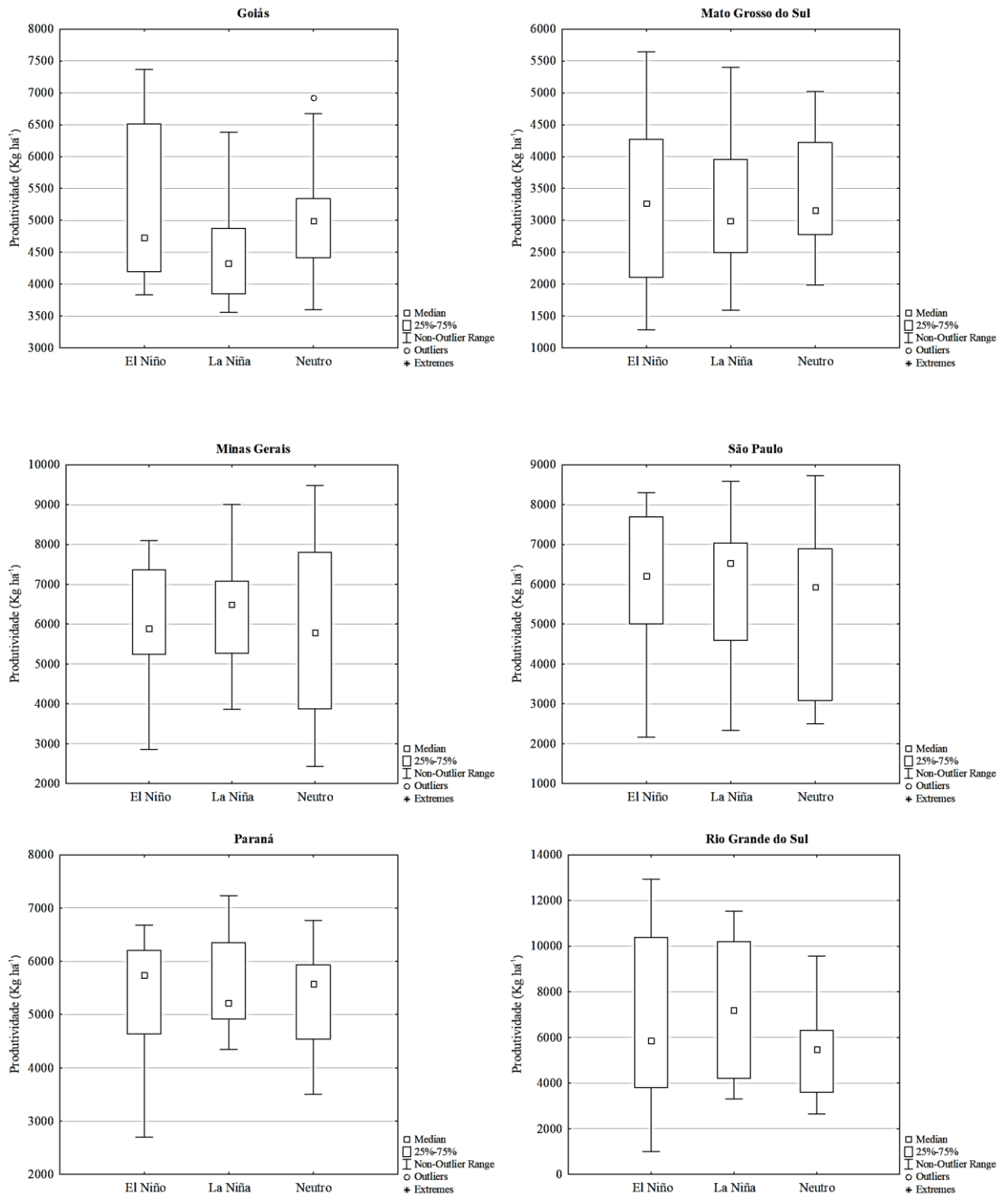
5.2 Produtividade do milho nas diferentes regiões do Brasil sob influência do fenômeno ENOS

Em relação a produtividade do milho, observou-se que o estado do Pará (Figura 3) apresentou a maior média de produtividade em anos que ocorreram o fenômeno La Niña e o menor em anos Neutros, onde o maior desvio padrão é dado nos anos La Niña e o menor em anos Neutros. Foi observado também que o estado apresentou as três menores médias de produtividade nacionais nos anos El Niño, La Niña e Neutro sendo que a média nos anos Neutros foi a menor do Brasil. Em anos La Niña é frequente o aumento das chuvas no Norte do país, o que pode estar diretamente associado ao aumento da produtividade de milho na região (GRIMM et al., 1996; BERLATO E FONTANA, 2003; SALINI, 2012).

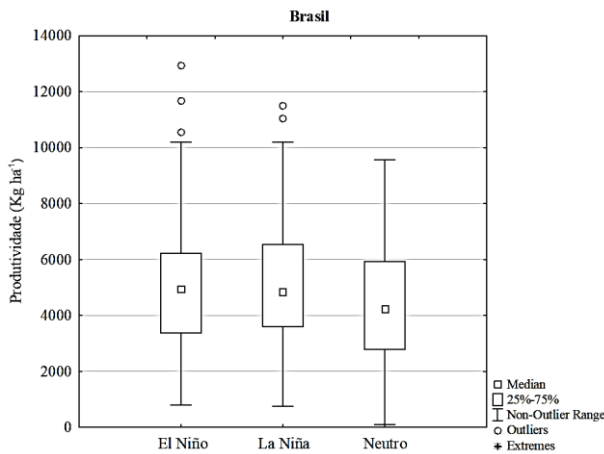
Figura 5 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Continuação Figura 6 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Continuação Figura 7 - Média de produtividade do milho de 10 estados e do Brasil relacionados ao fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No Maranhão (Figura 3) apresentou a maior média de produtividade em anos La Niña e o menor em anos Neutros, tendo o maior desvio padrão em anos La Niña e menor em anos La Niña. O estado da Bahia (Figura 3) se verificou maior média de produtividade em anos La Niña e menor em anos Neutros, apresentando maior desvio padrão em anos Neutros e o menor em anos La Niña. A região Nordeste apresentou a maior média de produtividade nos anos La Niña. Isso se dá porque em anos La Niña apresenta aumento na frequência das chuvas durante o verão nas regiões Norte e Nordeste (MONTECINOS et al., 2000).

Para o estado do Mato Grosso (Figura 3), observou-se a maior média de produtividade em anos que ocorreu o fenômeno La Niña e a menor em anos Neutros sendo que a média dos anos El Niño e La Niña se encontram relativamente próximos, contudo, o maior desvio padrão é dado em anos Neutros e o menor em anos La Niña. No estado de Goiás (Figura 3) a maior média de produtividade aconteceu nos anos Neutros e a menor em anos La Niña, onde o maior desvio padrão foi observado em anos El Niño e o menor em anos La Niña. Já no estado de Mato Grosso do Sul (Figura 3), possui maior média de produtividade em anos que ocorreu o fenômeno El Niño e menor em anos La Niña, já para o desvio padrão a maior se encontra em anos El Niño e o menor em anos Neutros. Foi possível observar um padrão de resposta distinto, onde na região de Mato Grosso, foi observado maior produtividade em anos de La Niña, já em Mato Grosso do Sul as maiores produtividades de milho foram obtidas em anos de El Niño. Essa resposta demonstra que a região Centro Oeste é uma região de transição Norte-Sul.

Em Minas Gerais (Figura 3) foi observado que a maior média de produtividade aconteceu nos anos que ocorreram o fenômeno La Niña e o menor nos anos Neutros, já o maior desvio padrão se encontra nos anos Neutros e o menor em anos El Niño. No estado de São Paulo (Figura 3) se verifica a maior média em anos La Niña e a menor em anos Neutros, é possível observar que o maior desvio padrão se deu em anos El Niño e o menor em anos La Niña. O Sudeste se encontra na região de transição de temperatura do país e isso afeta diretamente na produtividade das culturas. Um dos fatores que colabora para o aumento da produtividade do milho é pelo fato que nessas regiões, durante o verão, é observado um volume de chuva maior, sendo os anos El Niño mais chuvosos. Com isso, a produtividades dessas culturas são prejudicadas por ocorrer apodrecimentos na colheita, doenças, problemas no florescimento, entre outros fatores (MATZENAUR; FONTANA, 1987).

Para o estado do Paraná (Figura 3) a maior média de produtividade se encontra nos anos El Niño e a menor em anos La Niña, com desvio padrão maior em anos La Niña e menor em anos El Niño. No estado do Rio Grande do Sul (Figura 3) a maior média de produtividade ocorreu durante os anos que tiveram a ocorrência dos fenômenos La Niña e o menor nos anos Neutros sendo que a média dos anos El Niño e La Niña estão bastante próximos, já o maior desvio padrão se encontra nos anos El Niño e o menor nos Neutros. A região Sul apresentou os melhores valores de média de produtividade, o estado de Rio Grande do Sul obteve a maior média para os anos El Niño e La Niña. Tal resultado confirma a importância do fenômeno ENOS na produtividade do milho na região Sul do Brasil, sendo que em anos de El Niño a produtividade é favorecida. De acordo com Zampieri e Verdinelli (2001) o aumento no rendimento do milho pode estar relacionado como aumento da precipitação nos anos El Niño no Paraná. Sendo assim, os dados deste estudo estão de acordo com o que foi apresentado, já que a maior produtividade aconteceu durante dos anos El Niño. De acordo com Berlato, Farenzena e Fontana (2005), nos anos El Niño aconteceu o favorecimento da cultura do milho, aumentando a produtividade no Rio Grande do Sul. Contudo, nesta análise de dados foi observado que a produtividade para esse estado foi semelhante entre anos de La Niña e El Niño, sendo que se observou um maior desvio padrão nos anos de El Niño.

Em relação à média geral da produtividade do Brasil (Figura 3) a maior se encontra em anos que ocorreram o fenômeno La Niña e a menor nos anos Neutros, já o maior desvio padrão aconteceu durante os anos El Niño e o menor durante os anos

Neutros sendo que o desvio padrão dos anos El Niño, La Niña e Neutros se encontram muito próximos.

A análise dos resultados deste estudo evidenciou que durante anos classificados como Neutros em relação ao fenômeno apresentou menores índices de produtividade. Em consequência, é nos anos Neutros que é observado maiores riscos de perdas de rendimento de grãos. Esses resultados estão de acordo com Berlato & Fontana (2003), que também encontraram maiores deficiências hídricas no solo, em algumas regiões do Brasil em anos Neutros; os resultados concordam, também, com Berlato et al. (2005), que encontraram, em anos Neutros, os maiores desvios negativos de rendimento de grãos de milho no estado do Rio Grande do Sul.

Como já citado é importante relacionar nas análises, a efetiva relação do Índice de Oscilação Sul, com a intensidade dos efeitos a que os fenômenos estão relacionados.

5.3 Estratégias para minimizar as perdas de produtividade do feijão e milho em função do fenômeno ENOS

Mesmo com os avanços científicos e tecnológicos, o clima ainda é o fator que mais influencia na agricultura. Os padrões climáticos atuam de maneira negativa ou positiva em todos os ciclos da cadeia de produção agrícola, que vai desde o preparo do solo, semeadura, crescimento e desenvolvimento dos cultivos, até a colheita, o transporte e armazenamento, finalizando na comercialização e consumo (AYOADE, 2010).

Como citado anteriormente, no Brasil se observa um padrão histórico na frequência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña em todas as regiões. Com isso, quando ocorre o fenômeno La Niña, de acordo com as séries históricas, percebe-se aumento de chuvas na região Nordeste e aumento de estiagens na região Sul, ao mesmo tempo que, quando há ocorrência do fenômeno El Niño, há propensão das chuvas diminuírem nas regiões Norte e Nordeste, quando aumenta a frequência de precipitações na região Sul (ARAÚJO, 2012).

De acordo com Araújo (2012), em anos La Niña no Nordeste a produtividade das lavouras de mandioca, milho e cana-de-açúcar são favorecidas, contudo a cultura do feijão não se favorece. Já Minuzzi (2003) determinou a influência dos fenômenos El Niño e La Niña nos veranicos que ocorre em Minas Gerais. Em sua análise o autor observou que em anos La Niña a frequência de chuvas fica abaixo da média em quase todo o estado, contudo na metade da região nordeste do estado a escassez de chuva fica

mais acentuada no decorrer do mês de janeiro. O autor ainda concluiu que durante os anos El Niño, a frequência de chuva fica irregular, ficando abaixo da média na metade da região nordeste do estado, no entanto, na metade da região sudeste o estado a frequência de chuvas aumenta.

Em relação ao Brasil como um todo, Gouvêa et al. (2017) estudando sobre a influência do fenômeno ENOS na produtividade de grãos de canola, observou que o rendimento de grãos é prejudicado nos anos El Niño em todo o Brasil, enquanto em anos La Niña e Neutros o rendimento é afetado positivamente, com intensidades que variam entre os estados produtores.

Pensando nisso, é necessário determinar estratégias para minimizar as perdas de produtividades das colheitas, principalmente nas colheitas de feijão e milho, estudo desse trabalho, em relação ao fenômeno ENOS. Segundo Cunha et al., (2011), quando são esperadas chuvas abaixo da média, beirando a anormalidade, é importante que os agricultores estabeleçam algumas medidas com intuito de reduzir os prejuízos nas culturas.

De acordo como os autores, é necessário fazer a descompactação do solo, mobilizando o solo o mínimo possível durante seu preparo. É importante dar preferência ao Sistema Plantio Direito, evitando plantas que são superiores ao que é aconselhado para a cultura. É necessário também graduar as épocas de semeadura com a de plantio, usando cultivares que apresentam ciclos diferentes, plantando a cultura em condições de temperatura do solo e umidade favoráveis. Vale ressaltar que o produtor não pode esvaziar os açudes e barragens, racionando o máximo de água possível para usar na irrigação sempre que necessário, principalmente em períodos críticos (CUNHA et al., 2011).

É importante que o produtor observe o Zoneamento Agrícola, semeando no começo do período que é recomendando, graduando as épocas de semeadura com as cultivares que apresentam ciclos diferentes, utilizando cultivares que apresenta sistema radicular mais profundo (CUNHA et al., 2011).

É indispensável manter o solo sempre bem coberto, por meio de um resteva relativamente alto, por meio de manejo de forragens e pastagens. O uso de sulcadores e de semeaduras um pouco mais profundas auxiliam o sistema radicular das culturas a irem mais fundo, explorando mais o solo e por consequência irem em busca de quantidade de águas que está armazenada no solo, sendo bastante importante em períodos que apresentam cursos de estiagens (CUNHA et al., 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas avaliações feitas através das séries históricas, observou-se que tanto para cultura do feijão quanto para o milho houve influência do fenômeno ENOS, de forma diferenciada de acordo com a região do Brasil.

Para a cultura do feijão, os estados que apresentaram as maiores produtividades em anos El Niño foram a Bahia, Maranhão, São Paulo e Minas Gerais. Para os anos La Niña foram o Pará, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso e Rio Grande do Sul. Para os anos Neutros somente o estado de Paraná. É importante destacar que, de modo geral, as menores produtividades foram observadas nos anos Neutros.

Para a cultura do milho, os estados que apresentaram as maiores produtividades em anos de El Niño foram o Mato Grosso do Sul e Paraná. Para os anos La Niña foram o Pará, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais. Para os anos Neutros somente o estado de Goiás.

É possível observar uma tendência de que, em vários estados, a menor produtividade aconteceu durante os anos Neutros. Esse resultado é importante, e pode estar relacionado com a maior variabilidade na distribuição e volume de chuvas durante os anos Neutros.

As informações obtidas neste estudo são importantes e podem auxiliar os produtores de feijão e milho no Brasil, uma vez que a caracterização dos padrões de produtividade e influência do fenômeno ENOS possibilitam o uso de algumas estratégias de manejo específicas, para cada caso, El Niño, La Niña e Neutro. Com isso, o trabalho passa a ser importante e também apresenta a necessidade de novos estudos, principalmente no entendimento da influência do fenômeno ENOS na agricultura, sendo um fator determinante para formação das condições climáticas do Brasil e suas influências na cultura do feijão e do milho.

REFERÊNCIAS

ABEL, S. et al., Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. **Geoderma**. v. 202-203, p. 183-191, 2013.

AHMAD, M. et al., Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. **Chemosphere**. v. 99, p. 19-33, 2014.

ALLEN, M. F. Mycorrhizal Fungi: Highways for Water and Nutrients in Arid Soils. **Vadose Zona Journal**, v. 6, p. 291-297, 2007.

ARAÚJO, M. A. et al., Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 337-345, 2004.

ALVES, L.M.; MARENGO, J.A.; CASTRO, C.A.C. **Início das chuvas na região Sudeste do Brasil: análise climatológica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DEMETEOLOGIA, 12, SBMet, Foz do Iguaçu, PR. Anais...CD-Rom, p.1403-1410, 2002.

ARAUJO, J. C. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção**. 2008. 83p. Dissertação(Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ARAÚJO, P. H. C. **Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos ElNino e La Nina sobre a produtividade agrícola das regiões Nordeste e Sul do Brasil**. 2012. 45 f. Dissertação (Pós-Graduação em Economia Aplicada) –Universidade Federal de Viçosa, programa de pós-graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2012.

AYOADE, J. O. O Clima e a Agricultura. In: AYOADE, Johnson Olaniyi. **Introdução àClimatologia para os Trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. 13^a ed.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 261-285, 2010.

AZEVEDO, T. L. et al., Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v. 1, p. 23-31, 2002.

BARACUHY, J. G. V. et al., **Técnicas agrícolas para contenção de solo e água**. Campina Grande, Impressos Adilson, 44 p., 2007.

BARLEY, K.P. Effect of root growth and decay on the permeability of a synthetic sandy loam. **Soil Science**, Baltimore, v.78, n.2, p.205-10, 1954.

BARONTI, S. et al., Impact of biochar application on plant water relations in *Vitis vinifera* (L.). **European Journal of Agronomy**. v. 53, p. 38– 44, 2014.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O Milho e o Clima**. Emater, Porto AlegreRS, 2014. Disponível em:

<http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2021.

BERLATO, M.A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D.C. Associação entre El Nino Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.423-432, 2005.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Nino e La Nina: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 110p. 2003.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia, 2014.

BARROS, A. H. C.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; TABOSA, J. N. **Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas**. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 86p., 2012.

BARTEKO, R. **Os Elementos do Clima e sua Influência na Produção e Produtividade Agrícola da Região Centro-Sul do Paraná, em Anos de Ocorrência do El Nino Oscilação Sul (ENOS)**. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Geografia, Irati, PR, 2010. Disponível em: <<https://anais.unicentro.br/xixeaic/pdf/2714.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. **Associação entre El Nino Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. *Pesq. agropec. Bras.*, 2005.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Nino e La Nina: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2003.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Comprimento crítico de declive em sistemas de preparos conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v. 67, p. 139-148, 2007.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 132 p., 2017.

CARDOSO, E.G.; ZOTARELLI, L.; PICCININ, J.; TORRES, J. Distribuição do sistema radicular da cultura da soja em função do manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v 3 – Safra 2017/18, n. 27 – Décimo Segundo Levantamento, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v 3 – Safra 2019/20, n. 32 – Décimo Segundo Levantamento, 2019.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Animação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/animacao.shtml>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Fim do Fenômeno LaNina no Pacífico Equatorial**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CUNHA, G. R. et al. El Nino/La Nina – Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, ed. 121, 2011.

DANTAS, T. **El Nino**. Geografia Física, 2018. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/el-nino.htm#>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

DINIZ, Belisia Lúcia Moreira T. **Cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Centro de Ciências Agrárias – Fitotecnia, Fortaleza. 2016.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. CTSBF - Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. In: EPAGRI. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**: 157. Florianópolis: Epagri, p. 1-157, 2012.

FRANCHINI, I. C. et al., **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Documentos, Embrapa Soja, Londrina, 2009.

FEIJÃO. **Prognóstico Agrícola 2016/17**. São Paulo: IEA, v. 2, p. 184-188, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. **FAOSTAT**: production crops. 2017. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 03 ago. 2021.

GOUVÊA, J. A. de; DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; KRUGER, C. A. M. B.; SANTI, A. Impacto do Fenômeno ENOS no rendimento de grãos de canola, no Brasil. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E VSIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. 20., 2017, Petrolina; Juazeiro. **Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**. Petrolina; Juazeiro: EMBRAPA, 2017.

GRIMM, A. M.; TELEGINSKI, S. E.; FREITAS, E. D.; COSTA, S. D.; FERLIZI, P. G.; GOMES, J. **Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos La Nina**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos do Jordão. Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 1098-1102. 1996.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. Feijão. In: MONEIRO, J. E. B. A (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, INMET, p.183-201, 2009.

HERRMANN, M. L. P. As principais consequências negativas provocadas pelas adversidades atmosféricas no Brasil. In: HERRMANN, M. L. P. **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, p. 67-88, 2006.

INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR CLIMATE PREDICTION. **ENSO impacts: associated precipitation anomalies southern Brazil**. Disponível em: <<http://iripred.1dgo.columbia.edu/research/ENSO/tables/sbra>>. Acesso em: 9 jul. 2021.

KIYUNA, I. Perspectivas da safra de feijão das águas 2016/2017 no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 50, n. 9, p. 64-65, set. 2020.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3º edição, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás**. Embrapa Arroz e Feijão, 452p, 2009.

LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. M.; VIEIRA, M. R.; NOBRE, J. G. A.; NEVES, A. L. LEITE, M.L.; RODRIGUES, J.D.; VIRGENS FILHO, J.S. Avaliação de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) quanto à produtividade e componentes de produtividade, sob condições de estufa plástica. **Revista de Agricultura**, v.72, n.3, p.375-385, 1997.

LIMA, R. M. F; SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na Agricultura e sua Utilização como Alternativa para a Proteção Ambiental, **Revista Agrogeoambiental**, v. 3, n. 1, p. 75-82, 2011.

LOPES, R. J. **Milho chegou ao Brasil do México**, diz DNA. Folha de S.Paulo, SãoPaulo, 10 setembro 2002.

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. V. Energia de biomassa a partir da cana sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, 2013.

MATZENAUER, R.; FONTANA, D.C. Relação entre rendimento de grãos e altura de chuva em diferentes períodos de desenvolvimento do milho. In: CONGRESSOBRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., 1987, Belém. **Coletânea detrabalhos** Belém: SBA, p.3-6, 1987.

MEIRA, C. R. B.; SOUSA, M. R. A. Conjuntura Agropecuária do feijão. In: **CONAB – Superintendência Regional daParaíba**. Brasília: Conab, p. 1-6, 2015.

MENDONÇA, T. G. et al., Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**. v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**. Ed. Oficina de Textos, SãoPaulo, p. 1-206, 2007.

MILLER, R. M.; REINHARDT, D. R.; JASTROW, J. External hyphal production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pasture and tallgrass prairie communities. **Oecologia**, v. 103, p. 17-23, 1995.

MINUZZI, R. B. **Influência dos Fenômenos El Nino e La Nina nos veranicos do Estado de Minas Gerais**. 2003. 113 f. Tese (Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

MONTANINI, A. **Conheça mais sobre 6 variedades de milho**. Milhão, 2017. Disponível em: < <http://www.milhao.net/variedades-de-milho/>>. Acesso em: 02 ago.2021.

MONTECINOS, A.; DIAZ, A.; ACEITUNO, P. Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on tropical Pacific SST. **Journal of Climate**, v.13, p.746-758, 2000.

MORAES, M.H.; BENEZ, S.H.; LIBARDI, P.L. Efeitos da compactação em algumas propriedades físicas do solo e seu reflexo no desenvolvimento das raízes de plantas de soja. **Bragantia**, Campinas, v.54, n.2, p.393-403, 1995.

MORAES NETO, J. de M.; BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, A. E. de. Efeitos dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Meteorologia e Climatologia Agrícola**, v. 11, n. 1, 2007.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 203 p., 2003.

MÜLLER, M.M.L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C.A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.47, n.3, p.531-8, 2011.

NOAA. National Oceanic & Atmospheric Administration. **Cold & Warm Episodes by Season**. National Weather Service, Climate Prediction Center, 2018. Disponível em:<http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. Acesso em: 01 ago. 2021.

NOAA. National Oceanic & Atmospheric Administration. **Cold & Warm Episodes by Season**. National Weather Service, Climate Prediction Center, 2020. Disponível em:<http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. Acesso em: 11 ago. 2021.

NUNES, J. S. Características do milho (*Zea mays*). **Agrolink**, 2016. Disponível em:<https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html>. Acesso em: 03 ago. 2021.

OLIVEIRA, G. S. de. **El Nino e Você - o fenômeno climático**. Editora Transtec, São José dos Campos (SP), março de 2001. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque_el-nino.shtml>. Acesso em: 21 jul. 2021.

POSTEL, S. L. Water and agriculture. In: GLEICL, P. H. (Ed.). **Water crisis: a guide to the World's Fresh Water Resources**. Oxford: Oxford University Press, p. 56-66, 2013.

PRELA, A. **Influência dos Fenômenos El Nino/La Nina na Produtividade do Estado do Paraná**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-26042005-165140/publico/angelica.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

PRELA-PANTANO, A.; DUARTE, A. P.; SILVA, D. F. da; ROLIM, G. de S.; CASER, D. V. **Produtividade do Milho**, Precipitação e Ocorrência de ENOS na Região do Médio Paranapanema, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.10, n.2, p.146-157, 2011

PRÓ-NATURA INTERNATIONAL. **Using biochar to feed the global south while mitigating climate change**. Newsletter, 2013. Disponível em: <<http://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2013/12/EN24Biochar2013.pdf?PHPSESSID=c134422eb1daf05c224894c5a06e4b9d>>. Acesso em: 27 de jul. 2021.

ALMEIDA, R. B. S. de; PASSOS, F. M.; SILVA, M. A. V.; PINHEIRO, A. C. T.; SILVA, A. do N.; BEZERRA, A. R. G. **Associação entre El Nino e La Nino, no índice pluviométrico e na produtividade da cultura de feijão no município de Barreiras-BA**. XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belém-PA, 2013.

RECK, S. A. C. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à adubação silicatada**. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Melhoramento, Universidade Estadual do Paraná, Maringá, Maringá, 2010.

RESCK, D. V. S. **Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 32p., 1981.

ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, p.491-7, 1994.

RUI, L. et al., Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. *Reactive and Functional Polymers*, v. 67, p. 769-779, 2007.

SALINI, M. F. **A influência do fenômeno El Nino Oscilação Sul - ENOS (La Nina e El Nino) na ocorrência de inundações no Vale do Taquari - RS**. TCC (graduação), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS. 2012.

SALVADOR, C. A. **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária**. In: SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural, p. 1-11. Brasília, 2015.

SANTOS, A. R. dos. **O Fenômeno El Nino**. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Geografia, 2004. Disponível em: <<http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo11-FenomenoElNino.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

SILVA, L. B. J. **Novo Hidrogel eletro, pH e termoresponsivo para aplicações em Músculos Artificiais e Atuadores**. 2007. 148 p. Tese (Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade de Minas Gerais, Minas Gerais. 2007.

SILVA, E. L.; FERREIA, M. A. M.; ABRANTES, L. A.; COSTA, T. M. T. Viabilidade financeira da produção de feijão no sistema automatizado de irrigação. In: **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, administração e sociologia rural**. Viçosa – Minas Gerais, 2008.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. In: NOVAIS et al., Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017p., 2007.

SILVA, Osmira Fátim; WANDER, Alcido Elenor. **O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro**. 63 p. Ed Embrapa Arroz e Feijão, Goiás, 2013.

SOUZA, W. J. O.; SANTOS, I. Z. dos. Cultivo de feijoeiro em diferentes sistemas de preparo do solo no noroeste paulista. **Nucleus**, Fernandópolis, v. 5, n. 2, p.243-254, 2008.

ULYETT, J. et al., Impact of biochar addition on water retention, nitrification and carbon dioxide evolution from two sandy loam soils. **European Journal of Soil Science**, v. 65, p. 96–104, 2014.

URACH, F. L. **Estimativa da retenção de água em solos para fins de irrigação**. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. 2.ed. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 600, 2018.

VILAR, L. **Sementes douradas: uma história sobre o milho**. Seguindo os passos da história, 2016.

ZAMPIERI, S. L.; VERDINELLI, M. A. **Efeitos do Fenômeno El Niño e La Niña Sobre a Produtividade da Cultura do Milho no Estado de Paraná**. UFPR/Epagri/Ciram, Curitiba, 2001.