



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

GUSTAVO DALLA ROSA

**EFEITO DO FENÔMENO ENOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE SOJA NO
BRASIL**

**CERRO LARGO - RS
2019**

GUSTAVO DALLA ROSA

**EFEITO DO FENÔMENO ENOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE SOJA NO
BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons.

CERRO LARGO - RS

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Rosa, Gustavo Dalla
EFEITO DO FENÔMENO ENOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE SOJA
NO BRASIL / Gustavo Dalla Rosa. -- 2019.
57 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. EFEITO DO FENÔMENO ENOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE
SOJA NO BRASIL. 2. Soja e Enos no Brasil. I. Radons,
Sidinei Zwick, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

GUSTAVO DALLA ROSA

**EFEITO DO FENÔMENO ENOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE SOJA NO
BRASIL**


Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

10/12/2019

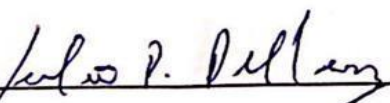
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS



Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider - UFFS



Eng. Agrônomo Júlio Roberto Pellenz - UFFS

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado essa oportunidade de estudar numa universidade pública gratuita, com um corpo docente muito bem preparado para exercer suas funções.

Tão importante quanto, quero agradecer aos meus pais, foram eles que me deram incentivo, bons exemplos, acompanharam cada passo dessa caminhada e me fizeram ser quem sou hoje. A vocês gratidão eterna.

Às minhas irmãs, que de uma forma ou de outra sempre estiveram do meu lado, me dando força para continuar a caminhada, clareando, alegrando e as vezes chacoalhando o trajeto.

Aos amigos e colegas que fizeram parte do dia a dia, auxiliando nas dificuldades pessoais, da matéria, compartilhando bons e difíceis momentos, ensinando lições, dando um ombro amigo e, claro, dividindo uma cerveja para “esfriar a cabeça”.

Ultimamente, mas provavelmente dentre os mais importantes, gostaria de agradecer a todos os professores por todo o esforço e dedicação ilimitados de cada um, que nunca mediram esforços para me auxiliar na compreensão e entendimento da matéria, repassando o melhor do conhecimento deles.

RESUMO

A produtividade de soja no Brasil sofre influência direta do clima. A produção dessa cultura tem auxiliado nos números positivos de diversos índices econômicos como o PIB e a balança comercial. Logo, apesar do desenvolvimento tecnológico, científico e genético, o clima continua sendo o fator que mais influencia na produtividade dessa cultura, portanto é indispensável o conhecimento desses fatores, a fim de procurar reduzir seus impactos frente a previsões. Por isso, esse estudo objetivou avaliar o efeito das alterações climáticas provocadas pelos fenômenos La Niña, El Niño e neutralidade, sobre a produtividade de soja no Brasil, já que esses interferem diretamente em condições climáticas como pluviosidade e temperatura. Para isso, foram usados dados de séries históricas da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) e dados da variação de temperatura superficial do Oceano Pacífico Equatorial obtidos na fonte de dados da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), que distingue os fenômenos. Após a obtenção dos dados, foram submetidas as médias históricas a análise de regressão e em seguida retirou-se a tendência tecnológica das produtividades. Após isso, elaborou-se gráficos que relacionam essas informações. A interferência dos fenômenos ENOS na produtividade de soja difere em relação aos estados analisados, provando a importância do conhecimento aprofundado dessas relações.

Palavras-chave: *Glycine max*. El Niño. La Nina.

ABSTRACT

Soybean yield in Brazil is directly influenced by the climate. The production of this crop has helped in the positive numbers of various economic indices such as GDP and the trade balance. Therefore, despite technological, scientific and genetic development, climate is still the factor that most influences the productivity of this crop, so knowledge of these factors is indispensable in order to reduce their impacts against forecasts. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of climate change caused by La Niña, El Niño and neutrality phenomena on soybean yield in Brazil, as they directly affect climatic conditions such as rainfall and temperature. For this, we used data from CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) historical series and surface temperature variation data from the Equatorial Pacific Ocean obtained from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) data source, which distinguishes the phenomena. After obtaining the data, the historical averages were subjected to regression analysis and then the technological tendency of productivity was removed. After that, graphs were elaborated that relate this information. The interference of ENSO phenomena on soybean yield differs in relation to the analysed states, proving the importance of in-depth knowledge of these relationships.

Keywords: *Glycine max*. El Niño. La Niña.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapas da anomalia da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico durante uma forte La Niña (no topo de dezembro de 1988) e El Niño (no fundo de dezembro de 1997).	133
Figura 2 – Impacto do El Niño no clima global.	155
Figura 3 - Impactos do La Niña no clima global.	166
Figura 4 - Influência dos fenômenos El Niño (7a) e La Niña (7b) na precipitação total durante o período chuvoso no estado de Minas Gerais.	19
Figura 5 - Mapas da variação de produtividade (t/ha) das culturas de arroz e milho nos municípios das regiões Sul do Brasil, segundo os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña.	201
Figura 6 - Mapas da variação de produtividade (t/ha) das culturas de soja e trigo nos municípios das regiões Sul do Brasil, segundo os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña.	222
Figura 7 - Porcentagem de desvios positivos e negativos do rendimento médio de grãos de canola do período de 1995 a 2016, dos anos de El Niño, La Niña e Neutros, para os estados do Rio Grande do Sul (a) e do Paraná (b), e no Brasil (c).	233
Figura 8 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Brasil relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	288
Figura 9 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Mato Grosso relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	30
Figura 10 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Paraná relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	32
Figura 11- Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Rio Grande do Sul relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	34
Figura 12 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Goiás relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	326
Figura 13 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Mato Grosso do Sul relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.. Error! Bookmark not defined.	
Figura 14 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja na Bahia relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.	34
Figura 15 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Minas Gerais relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.. Error! Bookmark not defined.	

Figura 16 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em São Paulo relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.....	44
Figura 17 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Tocantins relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 18: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Santa Catarina relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 CULTURA DA SOJA.....	10
2.2 FENÔMENO ENOS	11
2.2.1 Origem do El Niño	17
2.3 PRODUTIVIDADE E FENÔMENO ENOS	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 BRASIL.....	27
4.2 MATO GROSSO.....	29
4.3 PARANÁ.....	31
4.4 RIO GRANDE DO SUL.....	33
4.5 GOIÁS	35
4.6 MATO GROSSO DO SUL.....	37
4.7 BAHIA	39
4.8 MINAS GERAIS.....	41
4.9 SÃO PAULO.....	43
4.10 TOCANTINS	45
4.11 SANTA CATARINA.....	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	55
ANEXO 1 - Base de dados da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) sobre o fenômeno El Niño Oscilação Sul.....	55
ANEXO 2 – Série histórica de produtividade de soja no Brasil (CONAB).	57

1. INTRODUÇÃO

É irrefutável a importância da soja (*Glycine max*) no histórico de desenvolvimento do Brasil. Segundo Farias et al. (2001), a soja tem contribuído consideravelmente para um superávit na balança comercial brasileira, além de sua vital importância na movimentação econômica, geração de empregos e ainda à adição de valor a soja industrializada.

O complexo soja tem um papel muito importante no desenvolvimento da economia brasileira, em 2011 movimentou-se cerca de 24 bilhões de dólares em exportações de soja em grão, farelo e óleo, além de gerar 1,5 milhões de empregos (ABIOVE, 2014). Conforme Lima (2014), um fator que tem contribuído para o sucesso da produção brasileira de soja, são os estudos de risco climático, que indicam épocas e áreas de semeaduras para o país.

Segundo conclusões de Walker (1928, apud ANDREOLI; KAYANO, 2007), há uma notável coincidência relacionando as secas do nordeste do Brasil com o aquecimento anômalo das águas superficiais do Pacífico equatorial. De acordo com Araújo (2012), eventos climáticos extremos podem ser caracterizados por inundações, tempestades, geadas, secas prolongadas e ondas de calor, que ocorrem em determinados anos. Assim, os eventos ENOS se caracterizam por anomalias ou variações nos níveis de temperatura da superfície do mar do Pacífico Equatorial, próximo à costa oeste da América do Sul, variando de uma fase normal ou neutra para dois extremos, La Niña e El Niño.

A influência dos fenômenos climáticos “La Niña”, “El Niño”, “ODP” (Oscilação Decadal do Pacífico) e “ZCIT” (Zona de Convergência Intertropical) na intensidade da precipitação, secas, cheias, ventos alísios causam sérios impactos sociais e econômicos no país, pois estão associados às variações de temperatura registradas em locais específicos no oceano Pacífico, causando o resfriamento ou aquecimento superficial das águas do Pacífico Equatorial (ROMERO; MARCUZZO, 2013).

Conforme Araújo (2012) concluiu, nas diversas regiões do país há um padrão histórico de regularidades dos efeitos climáticos dos fenômenos La Niña e El Niño, pois sempre que ocorre La Niña, há estiagens severas no Sul e aumento da possibilidade de chuvas no Nordeste. Já em anos de El Niño, ocorre redução das chuvas nas regiões Norte e Nordeste, enquanto que há aumento de chuvas na

região Sul. Diante disso, esse trabalho objetivou relacionar o efeito dos fenômenos La Niña, El Niño e neutralidade, sobre a produtividade de soja no Brasil.

Os fatores climáticos que mais interferem e causam dificuldades na agricultura brasileiras são as geadas, secas e chuvas fortes. Em culturas como o milho, a soja, o arroz, o feijão, a mandioca e outras plantadas, a partir de setembro obtém perdas que chegam até 60% devido à seca e até 32% devido à chuvas fortes (ROSSETTI, 2002).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

Segundo a literatura chinesa, a soja era muito cultivada e utilizada como alimento centenas de anos antes de serem feitos os registros. Seu registro mais antigo é datado de 2838 A.C. no herbário PEN TS' AO KANG MU. São conhecidas diversas obras antigas que indicavam formas de cultivo da soja, solos, época e métodos de plantio, métodos de armazenagem, épocas de colheita, sendo que a recomendação mais antiga é do ano de 2207 A.C., indicando que esta cultura pode ser uma das espécies mais antigas cultivadas pelo homem (MORSE, 1950 apud BONATO; BONATO, 1987).

Inicialmente a soja era uma planta rasteira e habitava a costa leste da Ásia, especialmente a região da Manchúria, na China. Naquele tempo ela passou por alguns melhoramentos por cientistas da China antiga. No Ocidente, a cultura começou ser explorada somente na segunda década do século XX, pelos Estados Unidos, inicialmente como forragem e só depois com objetivo de colheita de grão (EMBRAPA, 2010).

A história da soja no Brasil iniciou-se em 1882 quando os primeiros materiais genéticos trazidos dos Estados Unidos foram testados no Estado da Bahia, porém esses não se adaptaram a aquela região, levando seu cultivo ao fracasso. Novamente em 1891, outras cultivares foram testadas no Estado de São Paulo, obtendo êxito para a produção de feno e grãos. Depois em 1900, essa cultura foi testada no Rio Grande do Sul, e obteve sucesso, devido à similaridade do clima de origem e dessa região (EMBRAPA, 2010).

Ferreira (2011) afirma que:

[...] A soja e seus derivados participam com aproximadamente 12,5% do total exportado pelo Brasil, cerca de US\$ 24,8 bilhões, no ano 2008, ocupando a primeira posição da pauta de exportação brasileira. Já os bens primários do minério de ferro, que ocupam a segunda posição, chegam somente à casa de 8,1% do total exportado no mesmo ano (FERREIRA, 2011, p.35).

A soja é uma cultura de grande interesse socioeconômico, devido seus elevados teores de óleo (20%) e de proteína (40%), tem relativamente boa

adaptabilidade em diversos ambientes, apesar de sofrer impactos em fenômenos extremos de clima, e gerar uma boa produtividade de grãos. É uma espécie da família Fabaceae, do gênero *Glycine*, subgênero Soja e espécie *Glycine max* (L.) Merrill (BERBERT; HAMAWAKI, 2008).

De acordo com Lima (2014), atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, é o maior exportador, perdendo apenas para os Estados Unidos. O principal estado brasileiro produtor da cultura é o Mato Grosso, com produção média de 26 milhões de toneladas na safra 2015/2016 segundo a Conab.

O sucesso na produção de soja no Brasil é resultado também do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa, que contribui continuamente com a criação de cultivares novas, a fim de alcançar aumentos de produtividades, resistência a doenças, pragas e a estresse hídrico. Nos últimos 30 anos, a Embrapa lançou cerca de 50 cultivares de soja com características demandadas para o desenvolvimento da agricultura (LIMA, 2014).

A China é o maior importador de soja do mundo e atualmente o Brasil é um dos principais fornecedores desse produto, concorrendo com os Estados Unidos. No ano de 2012, entre os meses de janeiro e setembro, as exportações brasileiras de soja para a China movimentaram US\$11.610.835,00, sendo que a quantidade exportada foi de 22.110.570 toneladas, equivalente a 70,9% das exportações nacionais do grão (CONAB, 2012). Conforme FERREIRA (2011),

[...] No mercado mundial da soja em grãos e derivados, o Brasil possui significativa participação, com cerca de 29,3% da produção mundial. Já com relação as exportações, o Brasil participa com 39,0% das exportações mundiais de soja em grão, 25% das exportações do farelo de soja e 21,5% das exportações de óleo de soja, sendo o segundo maior exportador mundial se somadas as exportações dos produtos do complexo soja (FERREIRA, 2011, p.35-36).

Segundo a Embrapa (2010), o aumento da produção de soja no mundo deve ser mantido, de acordo com estimativas. Isso deve ocorrer devido ao crescimento da população e também pela retomada do crescimento da economia mundial que promoverá aumento gradativo e contínuo do consumo desse grão, a fim de abastecer a demanda por farelos proteicos usados na fabricação de ração animal.

2.2 FENÔMENO ENOS

O El Niño é um fenômeno oceânico marcado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais nas porções lestes e centrais do Oceano Pacífico, próximos da América do Sul, mais particularmente na costa do Peru. Assim, as correntes de águas quentes que circulam ali na direção sul no início do verão, recebem o nome de El Niño somente quando a anomalia térmica atinge proporções elevadas (1°C), ou muito elevadas (de 4°C a 6°C) acima da média térmica, que é 23°C (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Ropelewski e Halpert (1989), os fenômenos Enos, são assim identificados por causar anomalias de variabilidade climática interanual de impacto em todo o globo, que causam condições extremas de clima, esses têm origem no Oceano Pacífico Tropical e se deriva de interações entre oceano e atmosfera, gerando mudanças da temperatura da superfície do mar, interferindo assim no clima em diversas partes do planeta (tradução direta).

Segundo L'Heureux (2014), os fenômenos ENOS são

[...] um dos mais importantes fenômenos climáticos no planeta devido a sua habilidade de causar mudanças na circulação da atmosfera global, influenciando na temperatura e precipitação ao redor do globo.

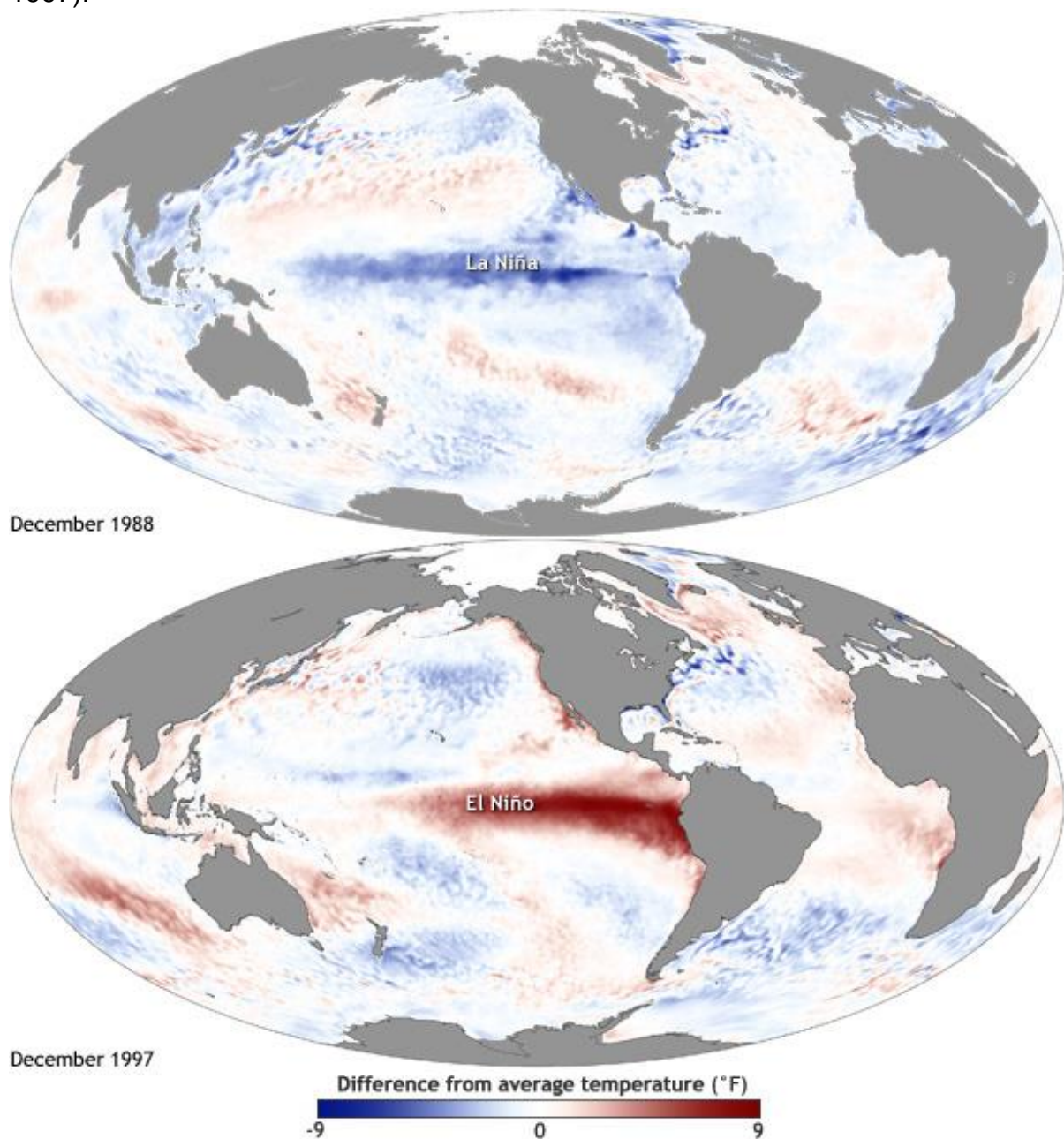
Assim, conhecendo esses efeitos, pesquisadores são capazes de prever os impactos deles, muito antes da sua ocorrência.

L'Heureux (2014), afirma que o fenômeno ENOS é dividido em três estados, dois que se opõem e um neutro:

1. El Niño: esse se caracteriza pelo aquecimento da superfície do oceano ou ainda, temperaturas acima da média, no Oceano Pacífico central e oriental. Como resultado, as chuvas tendem a reduzir na Indonésia e aumentar no Oceano Pacífico. Ventos que normalmente sopram de leste a oeste ao longo do Equador, enfraquecem ou, em alguns casos, começam a soprar de oeste para leste.;
2. La Niña: se caracteriza por um resfriamento na superfície do oceano ou com temperaturas abaixo da média no Oceano Pacífico central e oriental. Esse por sua vez, tende a aumentar as chuvas na Indonésia e reduzir as chuvas sobre o Oceano Pacífico central e tropical. Já os ventos de leste normais ao longo do Equador, se tornam ainda mais fortes;
3. Neutro: diferente dos anteriores, esse se apresenta quando as temperaturas da superfície oceânica estão geralmente próximas da

média. Em alguns casos, o oceano pode estar próximo a caracterizar um El Niño ou La Niña, porém a atmosfera não reage da mesma forma.

Figura 1 - Mapas da anomalia da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico durante uma forte La Niña (dezembro de 1988) e El Niño (dezembro de 1997).



Fonte: NOAA.

A Figura 1 representa os mapas da anomalia da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico durante uma forte La Niña durante o mês de dezembro

de 1988. Em sequência, a ocorrência de El Niño durante o mesmo mês, porém no ano de 1997.

Segundo Cunha et al. (2011), o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) possui duas fases, uma fase quente que caracteriza o El Niño e uma fase fria que caracteriza o La Niña. Afirma ainda que o comportamento da temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico Tropical associado aos campos de pressão, muda o padrão de circulação da atmosfera, logo isso influencia no clima em várias regiões do mundo, e é o responsável pelos desvios extremos em relação ao clima normal, chamadas anomalias climáticas persistentes que possuem duração de 6 a 18 meses.

De acordo com Araújo (2012), eventos climáticos extremos podem ser caracterizados por inundações, tempestades, geadas, secas prolongadas e ondas de calor, que ocorrem em determinados anos. Assim os eventos ENOS se caracterizam por anomalias ou variações nos níveis de temperatura da superfície do mar do Pacífico Equatorial, próximo à costa oeste da América do Sul, variando de uma fase normal ou neutra para dois extremos, La Niña e El Niño.

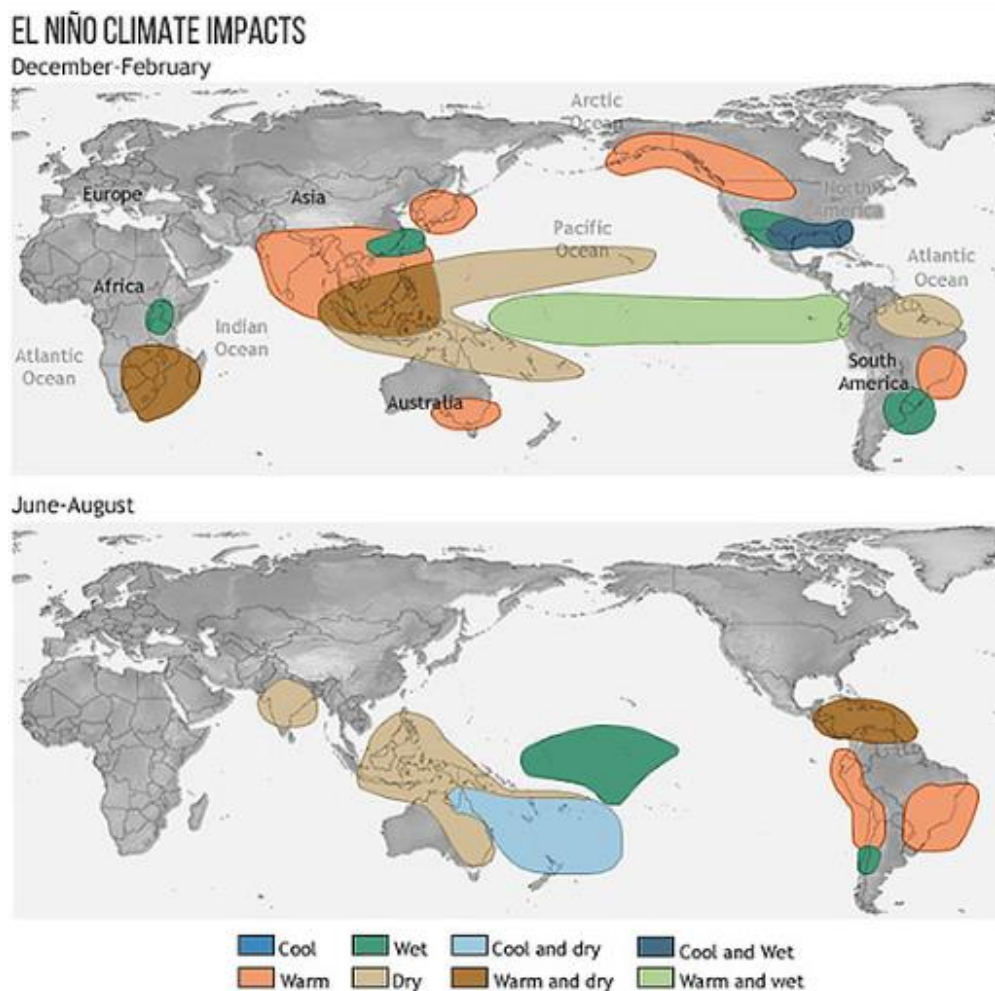
Cunha et al. (2011), diz que a denominação El Niño remonta ao século 18 e foi usada primeiramente por pescadores do Peru para mencionar correntes de água quente vindas do Oceano Pacífico na costa da América do Sul, no final do mês de dezembro. Devido a época de ocorrência, eles relacionaram o fenômeno ao Natal e ao Menino Jesus, usando então a expressão “O Menino” que em língua espanhola é “El Niño”.

Segundo Mendonça et al. (2007), o evento Anti-El Niño, ou conhecido como La Niña, é qualificado pelo resfriamento das águas do Pacífico e causa um considerável impacto nas atividades humanas. Ele efetiva-se quando a porção leste do Pacífico (Taiti) está sujeita ao acréscimo anormal de suas pressões.

Nos anos de El Niño, pode-se detectar previamente ao seu estabelecimento, um enfraquecimento dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial. Logo, isso altera os padrões de circulação oceânica, reduzindo a ressurgência de águas frias na costa da América do Sul e arrastando as águas quentes do Pacífico Oeste para uma posição a leste da linha internacional de mudança de data (180° de longitude). Assim, ocorre um deslocamento do ramo ascendente da célula de circulação do tipo Walker para a região central do Oceano Pacífico, resultando em excesso de chuva nas ilhas dessa região (CUNHA et al. 2011).

Ainda conforme Cunha et al. (2011), na ocorrência do fenômeno El Niño, devido ao deslocamento das águas quentes do Oceano Pacífico tropical para a região leste atingindo a costa da América do Sul na região do Peru e Equador, ocorre a ascensão de ar resultando em chuvas muito além da normalidade. “[...] Esse ramo ascendente da célula de circulação tipo Walker torna-se descendente com subsidência de ar seco, sobre a parte leste da Amazônia e norte da Região Nordeste do Brasil, determinando secas acentuadas nessa região [...]” (CUNHA et al. 2011, p.2).

Figura 2 - Impactos do El Niño no clima global.

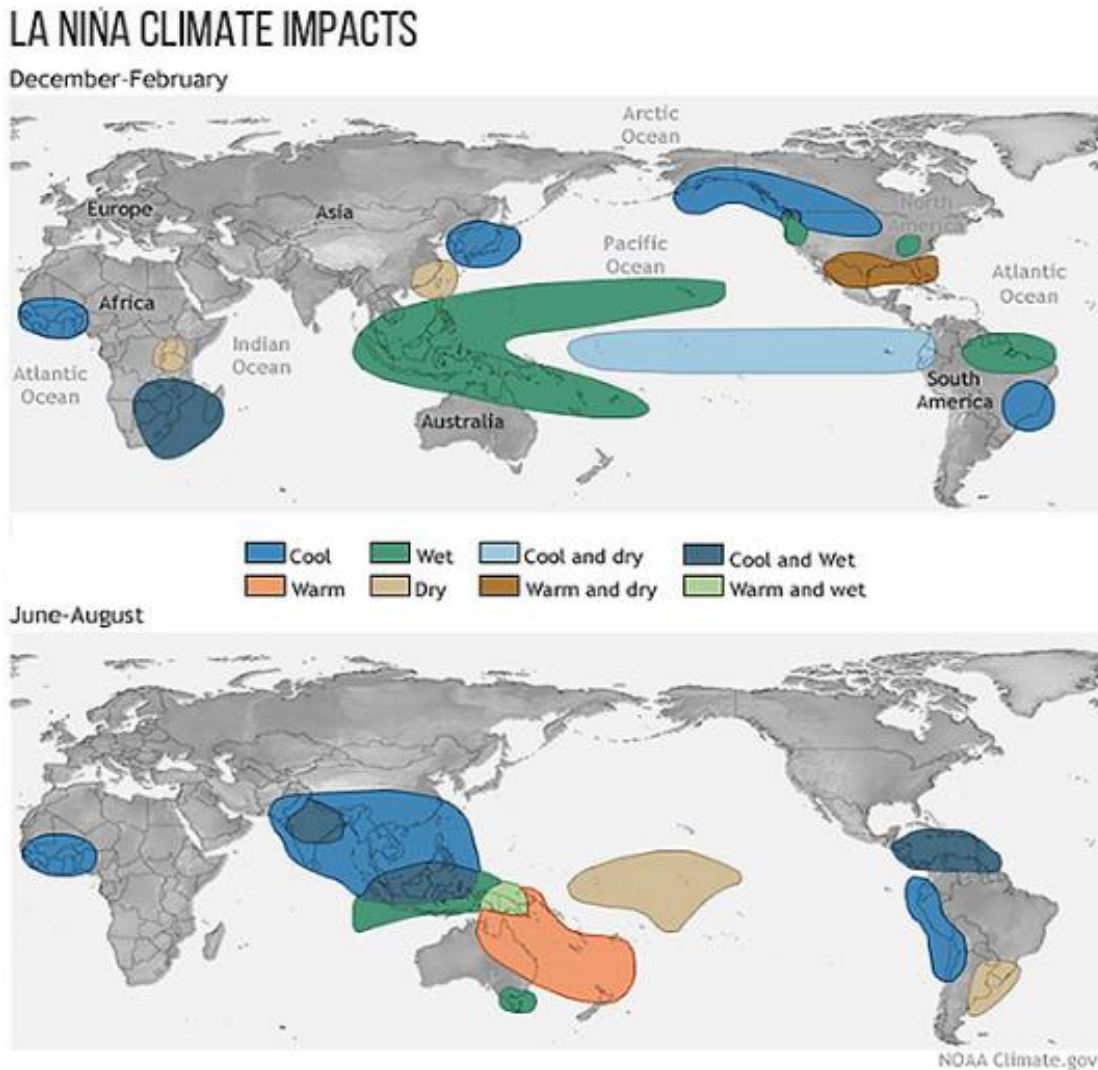


Fonte: NOAA.

Na Figura 2, produzida pelo National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ilustra que durante a ocorrência do fenômeno El Niño, para os meses entre dezembro e fevereiro, ocorre um aumento da umidade no sul da região Sul do Brasil, bem como aumento de temperaturas na região Sudeste, Bahia

e Goiás, porém ocorrência de diminuição da umidade em partes da região Norte. Já entre os meses de junho a agosto, o fenômeno causa aumento das temperaturas para a região Sul, Sudeste, Centro-Oeste e parte da região Nordeste.

Figura 3 - Impactos do La Niña no clima global.



Fonte: NOAA.

Já a Figura 3, apresentada pelo National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), mostra os efeitos durante a ocorrência do La Niña, que durante os meses de dezembro e fevereiro, causam aumento da umidade e redução da temperatura na região Sudeste e parte das regiões Centro-Oeste e Nordeste, e também aumento da umidade ao norte da região Norte do Brasil. Já entre os meses de junho e agosto, o fenômeno causa redução das chuvas em parte da região Sul do país.

Segundo Cunha et al. (2011), as fases dos fenômenos ENOS afetam cerca de 20 regiões do mundo. Entre elas, a região Nordeste e Sul do Brasil e a região leste da Amazônia. Essas anomalias climáticas de maior impacto e mais conhecidas se referem ao regime de chuvas, embora as temperaturas também sejam modificadas. Essas anomalias atingem as mesmas regiões, porém de forma oposta, ou seja, nas regiões onde sob El Niño pode ocorrer excesso de chuva, sob La Niña pode ocorrer seca.

2.2.1 Origem do El Niño

O fenômeno El Niño é bastante discutido atualmente, porém seus primeiros registros são conhecidos ao longo da história, pelo menos desde o século XVI, quando houve relatos de viajantes de veleiros que se deslocavam entre o Panamá e Lima que, impulsionados por fortes ventos de oeste, atravessaram em pouco mais de 20 dias, o que costumava levar vários meses. A partir daí, segundo Mendonça et al. (2007), surgem quatro possíveis origens dos fenômenos:

- A justificativa dos oceanógrafos: para eles, o evento seria resultante do acúmulo de águas quentes na porção oeste do Oceano Pacífico, devido a intensificação prolongada dos ventos de leste nos meses antecedentes do El Niño, fazendo com que o nível do mar se eleve em alguns centímetros. Seguido de um enfraquecimento dos alísios de sudeste, a água flui para leste, bloqueando o caminho de outras águas frias originárias do sul.
- A justificativa dos meteorologistas: diferente da anterior, a origem do fenômeno é externa ao oceano pacífico, pois o estudo da atmosfera tropical expõe uma propagação em direção leste das anomalias de pressão em altitude. Essa estaria relacionada com um aumento das quedas de temperatura sobre a Ásia Central, o que reduz a intensidade da monção de verão na Índia, derivando na formação de condições de baixas pressões mais expressivas sobre o oceano Índico. Logo, os ventos alísios do leste do Índico e do oeste do Pacífico tornam-se menos ativos e dão condições para o desenvolvimento do El Niño.
- A justificativa dos geólogos: o fenômeno resulta de erupções vulcânicas submarinas e/ou continentais, pois, coincidentemente, os casos que ocorreram em 1982, 1985 e 1991 se relacionaram respectivamente a

erupções em El Chichón no México, em El Nevado del Ruiz na Colômbia e em Pinatubo nas Filipinas. Assim, essas erupções estariam ligadas sobretudo às cinzas vulcânicas injetadas na Troposfera, o que geraria alterações do balanço de radiação na superfície e perturbando a circulação atmosférica.

- A justificativa dos astrônomos: para esses, o El Niño está ligado a ciclos solares de 11 anos.

Além dessas teses, existem outras de menos difusões, mostrando assim a elevada quantia de especulações que englobam esse tema. Dessa forma todas elas podem ter relação real e a origem dos fenômenos pode ser uma interação entre algumas delas.

2.3 PRODUTIVIDADE E FENÔMENO ENOS

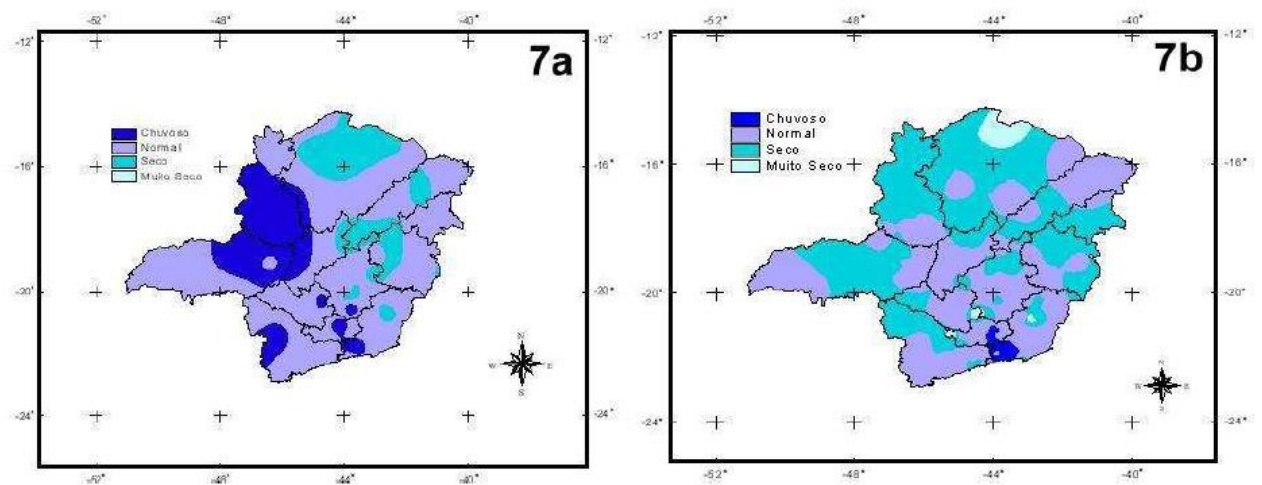
Apesar de todos os avanços tecnológicos e científicos, o clima continua sendo o fator que mais afeta na agricultura. Os parâmetros climáticos interferem positiva ou negativamente em todos os períodos da cadeia de produção agrícola, desde a preparação do solo, semeadura, crescimento e desenvolvimento dos cultivos, colheita, transporte, armazenamento e até a comercialização (AYOADE, 2010). Ferreira (2006) diz que

[...] Os elementos climáticos, como a radiação solar, vento, precipitação pluviométrica e a temperatura do ar, possuem influência decisiva no crescimento das plantas, além de provocarem diversos efeitos sobre regiões produtoras de alimentos. Muitas vezes esses efeitos podem acarretar em perdas quase totais da produção, provocando escassez de alimentos. Por isso, fazem-se necessários estudos mais detalhados sobre as características dos elementos climáticos, contribuindo, assim, para um melhor planejamento na produção agrícola, determinando a época de plantio mais apropriada, de modo que uma referida cultura não seja prejudicada por condições climáticas adversas (FERREIRA, 2006, p.29).

No Brasil ocorre um padrão histórico de regularidade dos eventos climáticos El Niño e La Niña em várias regiões. Assim, quando há ocorrência de La Niña existe histórico de aumento de chuvas no Nordeste e estiagens no Sul do país, enquanto que, quando ocorre El Niño, há tendências de redução de chuvas nas regiões Norte e Nordeste, porém aumento de precipitações na região Sul (ARAUJO, 2012).

O trabalho de Minuzzi (2003), que avaliou a influência dos fenômenos El Niño e La Niña nos veranicos do Estado de Minas Gerais, concluiu que nessa região os eventos La Niña se caracterizam por propiciar chuvas abaixo da média na maior parte do estado, sendo que na metade nordeste essas variações são mais acentuadas durante o mês de janeiro. Conclui também, que nos episódios de El Niño, incide irregularidade de chuvas, pois elas tendem a ficar abaixo da média na metade nordeste, porém ocorre o oposto na metade sudoeste do Estado.

Figura 4 - Influência dos fenômenos El Niño (7a) e La Niña (7b) na precipitação total durante o período chuvoso no estado de Minas Gerais.



Fonte: Minuzzi, 2003.

Alberto et al. (2006), num trabalho relacionando a água no solo, os rendimentos das culturas com os fenômenos El Niño, concluem que, os anos de La Niña são os mais favoráveis para a produção de trigo, pois a baixa disponibilidade de água no solo não é limitante para essa cultura no município de Santa Maria/RS, onde o estudo foi conduzido. Além disso, nessa região ocorre menor disponibilidade hídrica no solo em anos neutros, logo a maior disponibilidade hídrica está associada aos eventos El Niño, o qual é mais favorável para o rendimento de culturas de soja e milho. Por último, os autores afirmam que anos neutros são os de maiores riscos de perdas de rendimento para a cultura de soja e milho, devido a menor disponibilidade hídrica no solo.

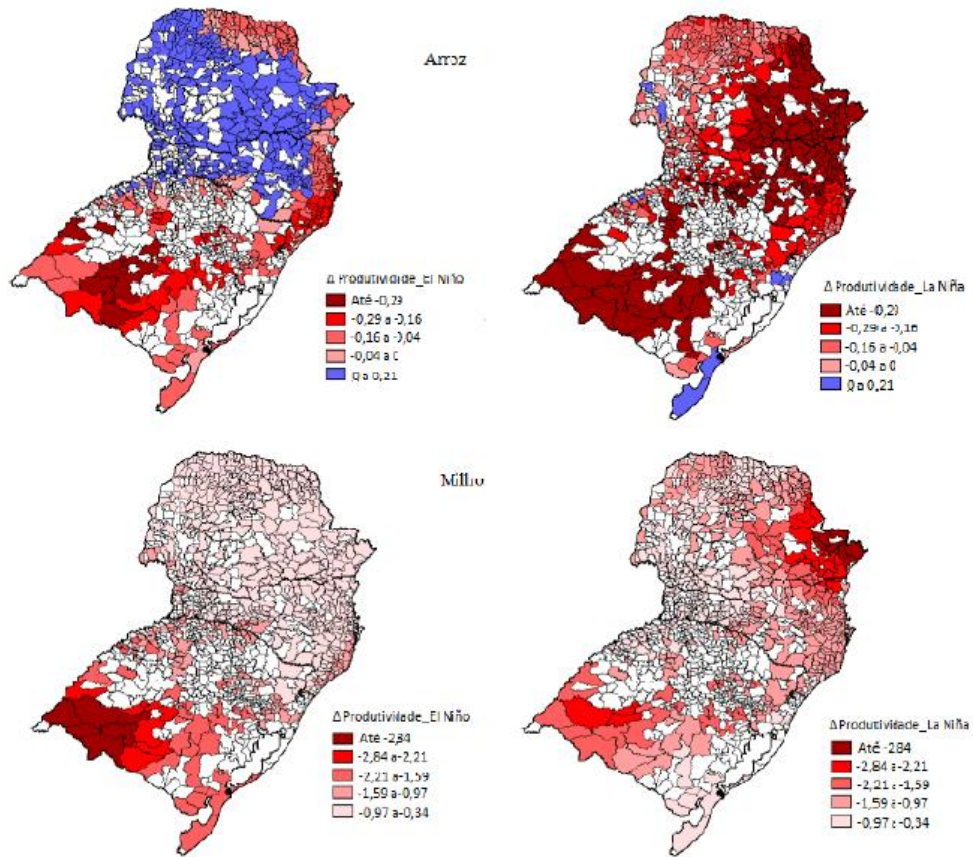
Berlato et al. (2005) concluem que o El Niño determina ganhos de produtividade de milho do Rio Grande do Sul, enquanto que La Niña determina quedas de produtividade. Apontam ainda que essas informações podem ser

utilizadas para buscar alternativas de manejo para a cultura do milho como, por exemplo, época de semeadura e uso de insumos modernos, a fim de reduzir os impactos causados, ou ainda obter ganhos de produtividade frente a previsões.

De acordo com Aguiar e Mendonça (2004), que estudaram a climatologia das geadas no Estado de Santa Catarina, nessa região, observa-se que em anos de La Niña é maior o número de ocorrências de geadas e associam também esses eventos a ocorrências de maior número de geadas precoces e tardias.

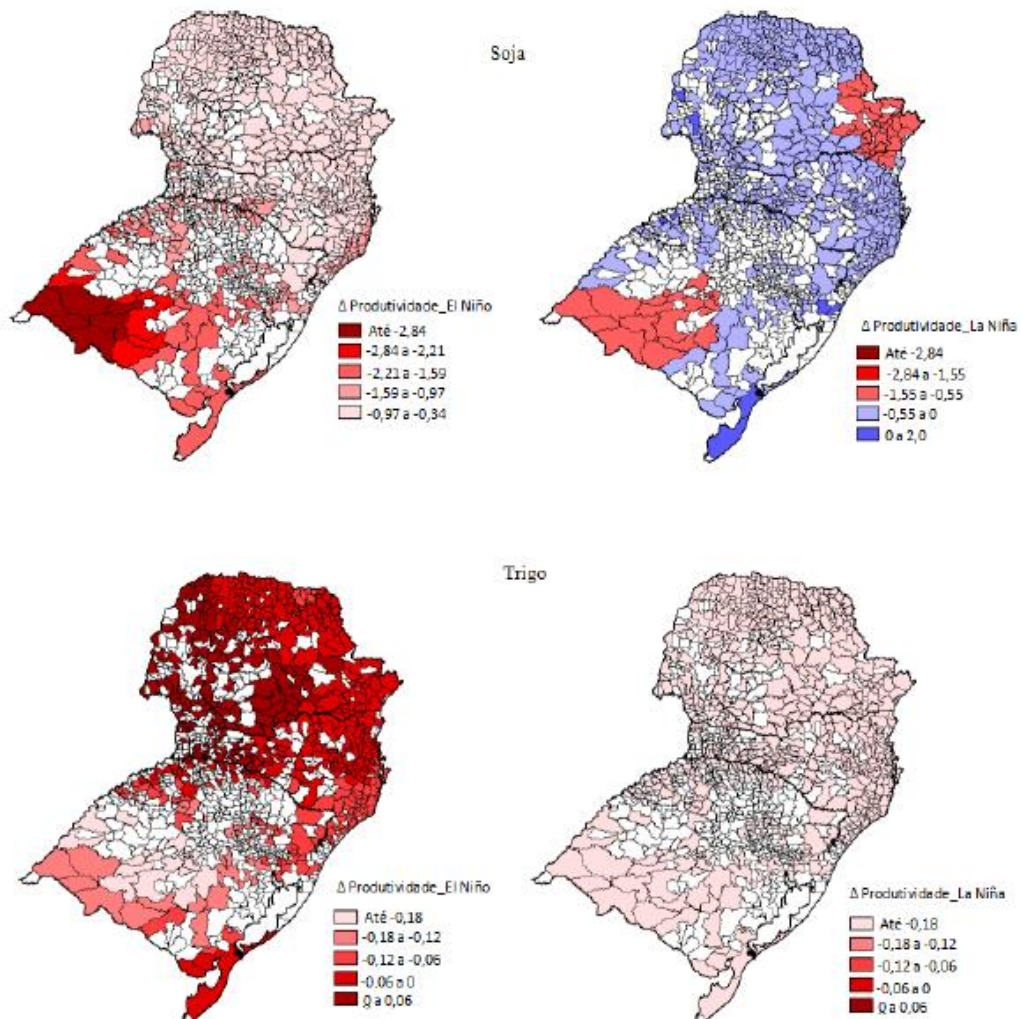
Araújo (2012), num trabalho que relaciona os fenômenos ENOS com produtividade de culturas no Nordeste e Sul do Brasil, conclui que em anos de La Niña no Nordeste, são favorecidas as lavouras de milho, mandioca e cana-de-açúcar, porém não favorece a cultura do feijão. Já para o Sul, o autor verificou que a produtividade média das culturas de arroz, trigo e milho tendem a ser reduzidas pelos meses de estiagem. Já em anos de El Niño, nos Estados da Bahia e Rio Grande do Sul, o autor verificou que cultivos de milho e soja podem ser completamente prejudicados, e ainda, em alguns municípios, a produção pode ser totalmente dizimada, tanto por secas no Nordeste ou por aumento de chuvas na região Sul.

Figura 5 - Mapas da variação de produtividade (t/ha) das culturas de arroz e milho nos municípios das regiões Sul do Brasil, segundo os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña.



Fonte: Araújo, 2012.

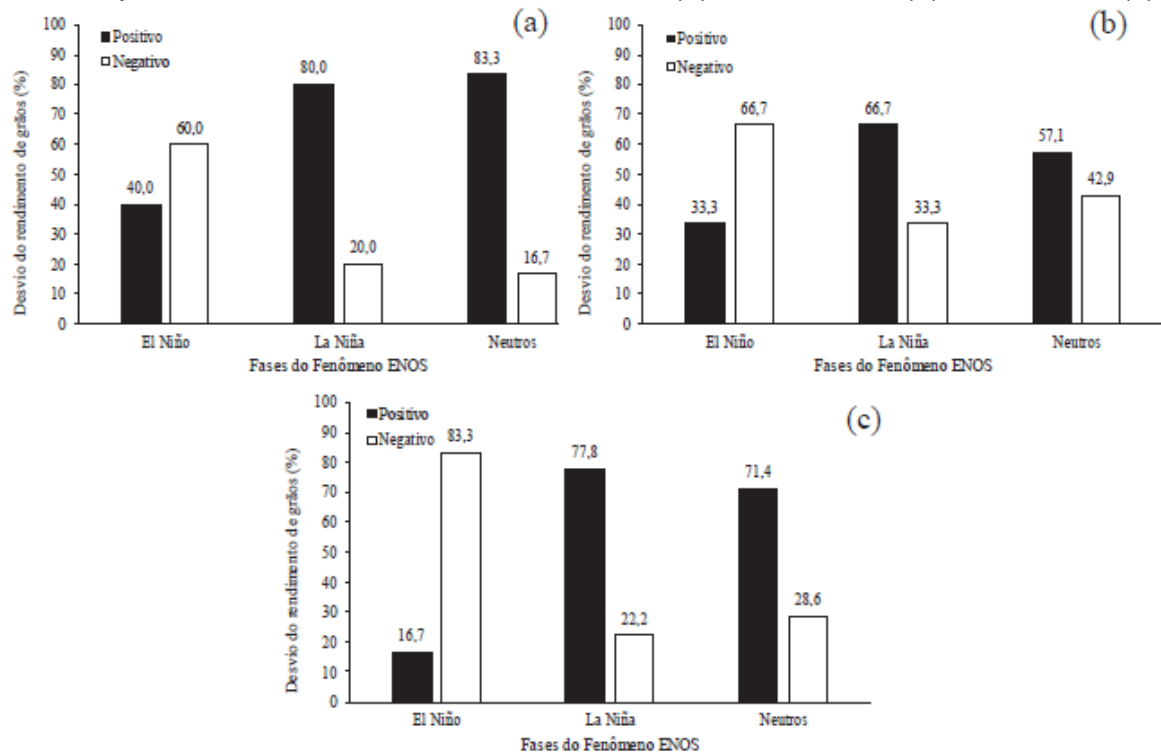
Figura 6 - Mapas da variação de produtividade (t/ha) das culturas de soja e trigo nos municípios das regiões Sul do Brasil, segundo os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña.



Fonte: Araújo, 2012.

Gouvêa et al. (2017), num trabalho sobre o impacto do fenômeno ENOS no rendimento de grãos de canola no Brasil, concluem que o rendimento de grãos de canola no Brasil é afetado negativamente em anos de ocorrência do fenômeno El Niño, mas por outro lado é afetado positivamente durante a ocorrência de La Niña e anos neutros, com intensidade variada dentre os estados produtores.

Figura 7 - Porcentagem de desvios positivos e negativos do rendimento médio de grãos de canola do período de 1995 a 2016, dos anos de El Niño, La Niña e Neutros, para os estados do Rio Grande do Sul (a) e do Paraná (b), e no Brasil (c).



Fonte: Gouvêa et al. (2017).

De acordo com Cunha et al. (2011), quando há expectativa de chuvas abaixo da normalidade, os agricultores podem tomar algumas medidas a fim de reduzir os impactos nas culturas. Em seguida o autor cita:

- Descompactar o solo;
- Mobilizar o solo o mínimo possível, por ocasião do preparo;
- Dar preferência ao Sistema Plantio Direto;
- Não utilizar populações de plantas superiores ao recomendado para a cultura;
- Escalonar as épocas de semeadura e/ou plantio, utilizando cultivares de ciclos diferentes;
- Implantar as culturas sob adequadas condições de umidade e temperatura do solo;
- Evitar o esvaziamento de barragens/açudes;
- Racionalizar o uso de água e irrigar quando necessário, preferencialmente nos períodos críticos;

- Observar o Zoneamento Agrícola (começar a semear no início do período recomentando e escalonar épocas de semeadura com cultivares de diferentes ciclos);
- Não utilizar populações de plantas superiores às recomendadas para as condições de baixa precipitação;
- Utilizar cultivares com sistema radicular mais profundo;
- Usar o raleio de frutos;
- Aumentar o estoque de forragens na propriedade, seja no campo, através do ajuste de carga (aliviar a carga animal) e do diferimento de poteiros desde o final do inverno, quando possível, seja via forragens conservadas (feno e silagem);
- Antecipar ao máximo o plantio/semeadura das forrageiras cultivadas de verão, e utilizar mudas/sementes de alto vigo;
- Procurar manter uma boa cobertura do solo, através de um resíduo (resteva) relativamente alto, via manejo das forrageiras e pastagens;
- A semeadura um pouco mais profunda e o uso de sulcadores podem auxiliar as culturas a aprofundarem o sistema radicular e conseqüentemente, explorando um maior volume de solo, terem a sua disposição uma maior quantidade de água armazenada no solo; que pode ser importante para superarem períodos cursos de estiagem (CUNHA et al., 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo levou em consideração a produtividade da cultura da soja nos dez principais estados produtores de soja, a média geral de produtividade do Brasil e a ocorrência dos fenômenos ENOS. Foram utilizados os dez principais estados produtores, que na safra 2017/2018 corresponderam a 92,8% de toda a produção brasileira do grão.

Dessa forma, os estados que foram considerados no trabalho são: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Tocantins e Santa Catarina, respectivamente segundo a produção na safra 2017/2018. Além desses, será realizado o estudo considerando a média da produtividade brasileira.

Quanto a obtenção dos dados, para os valores de produtividade por estado, esses foram extraídos da base de dados da Companhia Nacional e Abastecimento Conab (ANEXO 2) que possui informações desde a safra de 1976/1977 até 2018/2019.

Já quanto às informações de variações de temperatura na superfície do Oceano Pacífico Equatorial, foram extraídas da base de dados da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (ANEXO 1), que as fornece em graus Célsius e caracteriza ocorrência de fenômeno El Niño por números em vermelho, ocorrência de La Niña com números em azul e Neutralidade com números em preto. Para classificar os anos como de ocorrência de cada fenômeno, foi considerada a ocorrência de cinco períodos consecutivos de variação da temperatura superficial do Oceano Pacífico de pelo menos $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Seguindo a metodologia de Dalmago et al. (2018), uma vez obtidos os dados, submeteu-os a análise de regressão, considerando a produtividade como variável dependente e o ano como variável independente, afim de separar o efeito da tendência tecnológica do efeito da variabilidade climática entre os anos. Uma vez aplicada a equação de regressão ajustada aos dados (melhor r^2), retirou-se a tendência tecnológica incorporada aos dados de produtividade utilizando a equação " $R_{c_i} = [R_i - (R_{e_i} - R_{e_o})]$ ", sendo R_{c_i} = rendimento de grãos corrigido para o ano "i"; R_i = rendimento de grãos de soja original para o ano "i"; R_{e_i} = rendimento de grãos de soja do ano "i", estimado pela regressão ajustada aos dados originais; e R_{e_o} =

rendimento de grãos de soja do primeiro ano da série histórica estimada pela regressão ajustada aos dados originais.

Uma vez obtidos todos os dados necessários e retirados desses a tendência tecnológica, foram calculadas as médias de produtividade de cada estado e a média geral do Brasil, separadas nos anos de cada fenômeno. Desses dados, foi calculado o desvio padrão amostral representado graficamente para cada estado e para o Brasil. Também foram elaborados outros gráficos contendo os números históricos de produtividade separados por fase do fenômeno ENOS, identificando o fenômeno que influenciou em cada produtividade, de cada estado e do Brasil.

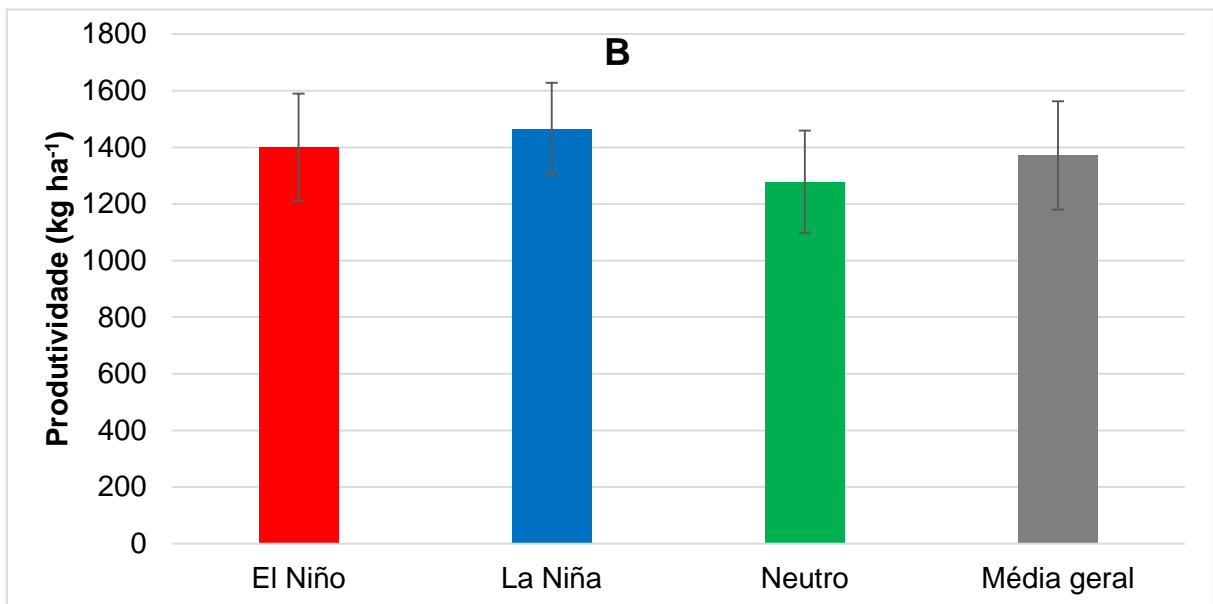
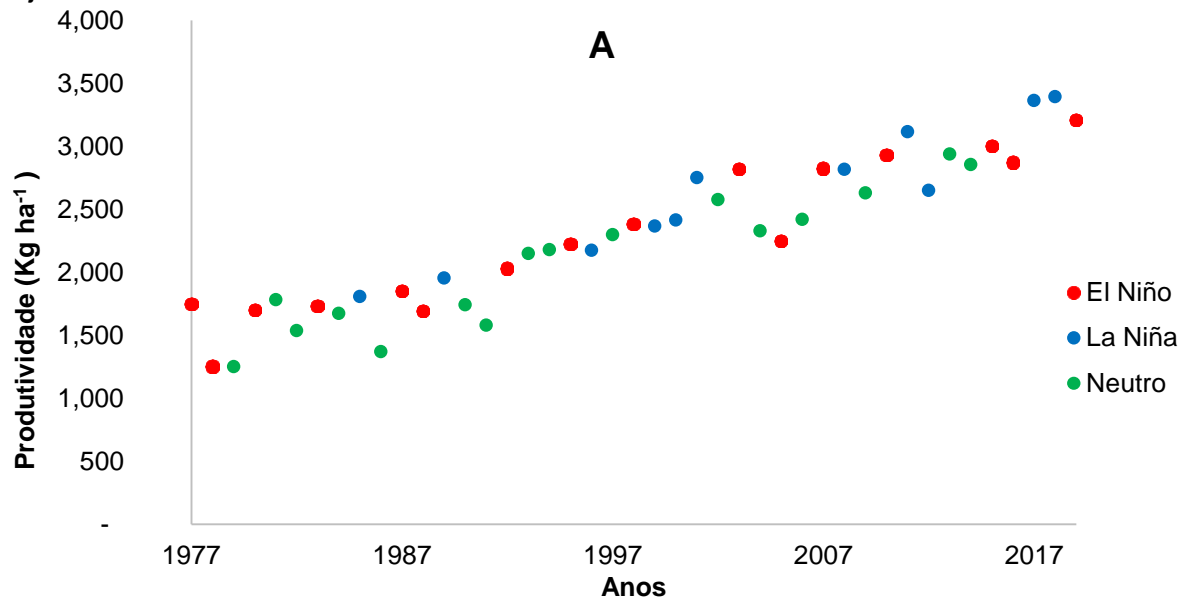
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BRASIL

A Figura 8(A) expressa a produtividade no Brasil em kg ha^{-1} entre os anos de 1977 e 2019, sendo a safra 2019 uma estimativa obtida através do site da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). É possível identificar que os anos de La Niña tendem a representar as melhores produtividades. Por outro lado, anos de neutralidade tendem a garantir produtividades mais baixas. Nota-se, ainda, o efeito do melhoramento genético, demonstrado pelo aumento gradual na produtividade ao longo dos anos.

Segundo Freitas (2011), entre os motivos importantes que levaram a produtividade evoluir ao longo da história, pode-se citar as tecnologias de manejo de solo, como correção de acidez, inoculação de sementes para a fixação biológica de nitrogênio, a adubação balanceada de micro e macronutrientes. Além disso, o manejo integrado de pragas e doenças marcado pelo início do uso de fungicidas na década de 90.

Figura 8 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Brasil relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8(B) representa as médias no Brasil desconsiderando a tendência tecnológica, obtidas nos anos de El Niño, La Niña, anos Neutros e o Total geral, considerando o período de 1977 até 2019, sendo 2019 uma estimativa de produtividade. Dentro de cada fase do fenômeno, foi calculado o desvio padrão amostral. Portanto, a Figura 8(B) mostra que as melhores produtividades médias são obtidas em anos de La Niña de 1.465 kg ha⁻¹, obtendo ainda o menor desvio padrão que foi de 162kg ha⁻¹; Os anos Neutros garantiram a pior média, que correspondem a 1.278 kg ha⁻¹ e segundo maior desvio padrão, que foi de 181 kg ha⁻¹; Os anos de

El Niño, garantiram a segunda melhor média, sendo essa 1.400 kg ha^{-1} , porém o desvio padrão mais alto entre os fenômenos, correspondendo a 189 kg ha^{-1} .

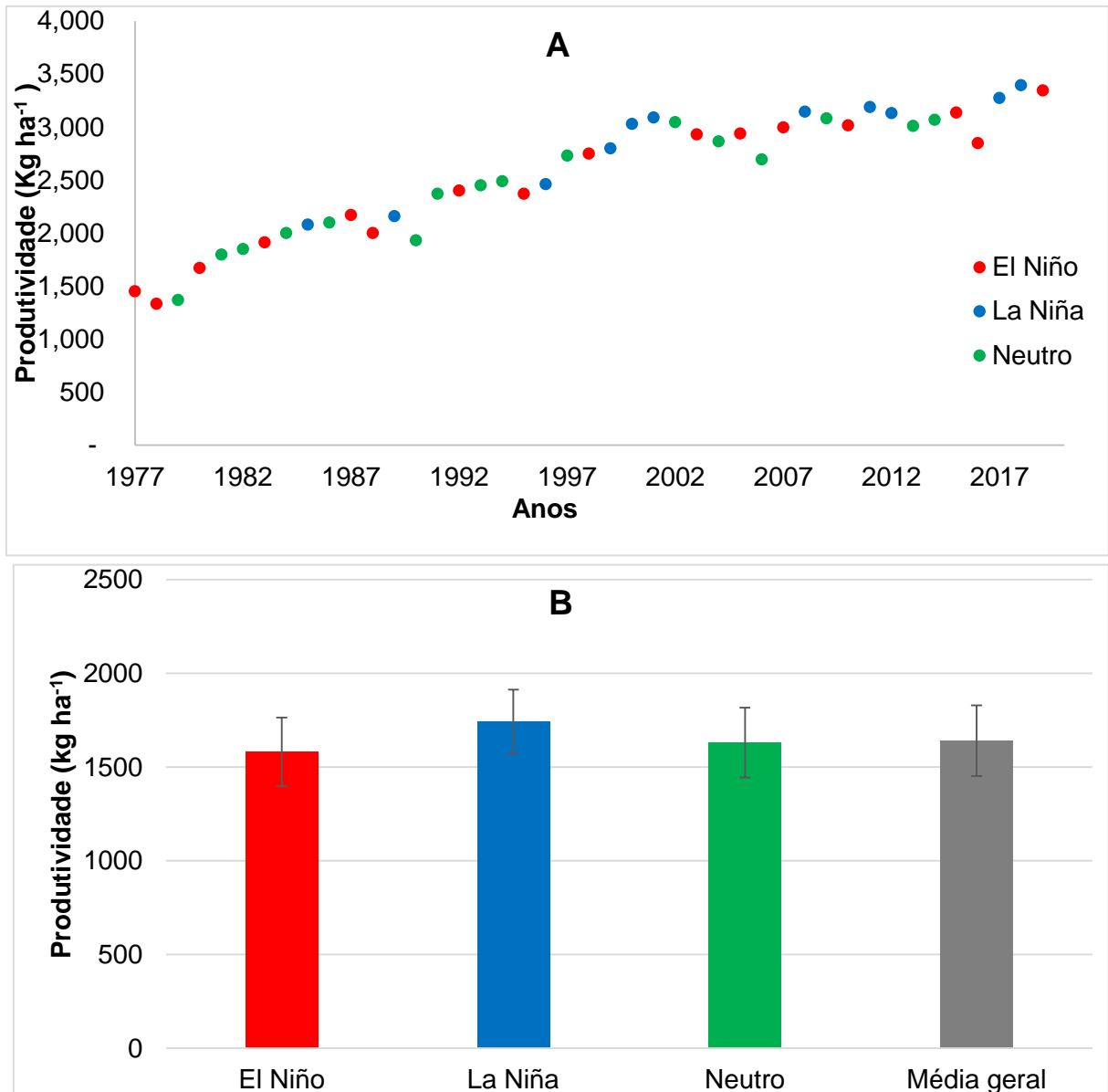
Segundo Araújo (2012), as perdas geradas pelo fenômeno ENOS na agricultura são muito expressivas e afetam diretamente o bem-estar e a renda das famílias rurais. Dos fenômenos, destaca-se os efeitos negativos de El Niño na região Nordeste do Brasil, que acarreta em estiagens que deterioram as condições de produção, e por outro lado as estiagens na região Sul causada por La Niña que tem grande impacto principalmente as culturas de milho e trigo, reduzindo drasticamente os índices de produtividade.

Assim sendo, se analisarmos as Figuras 8 e 9, podemos observar que as médias de produtividade de soja no Brasil foram favorecidas durante anos onde houve a ocorrência de fenômeno La Niña. Já anos de Neutralidade desfavoreceram essas produtividades. Anos de El Niño por sua vez, foram os que tiveram maior variação entre suas produtividade.

4.2 MATO GROSSO

A Figura 9(A) mostra a produtividade de soja no Mato Grosso entre os anos de 1977 até 2019, sendo esse último, uma estimativa de produtividade feita pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). A produtividade está relacionada com a ocorrência dos fenômenos ENOS. Como pode ser observado, anos com a presença do fenômeno La Niña, na maioria, garantem melhores médias de produtividade, destacando-se o período entre os anos de 2000 até 2019, onde os melhores anos foram da ocorrência desse fenômeno.

Figura 9 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Mato Grosso relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

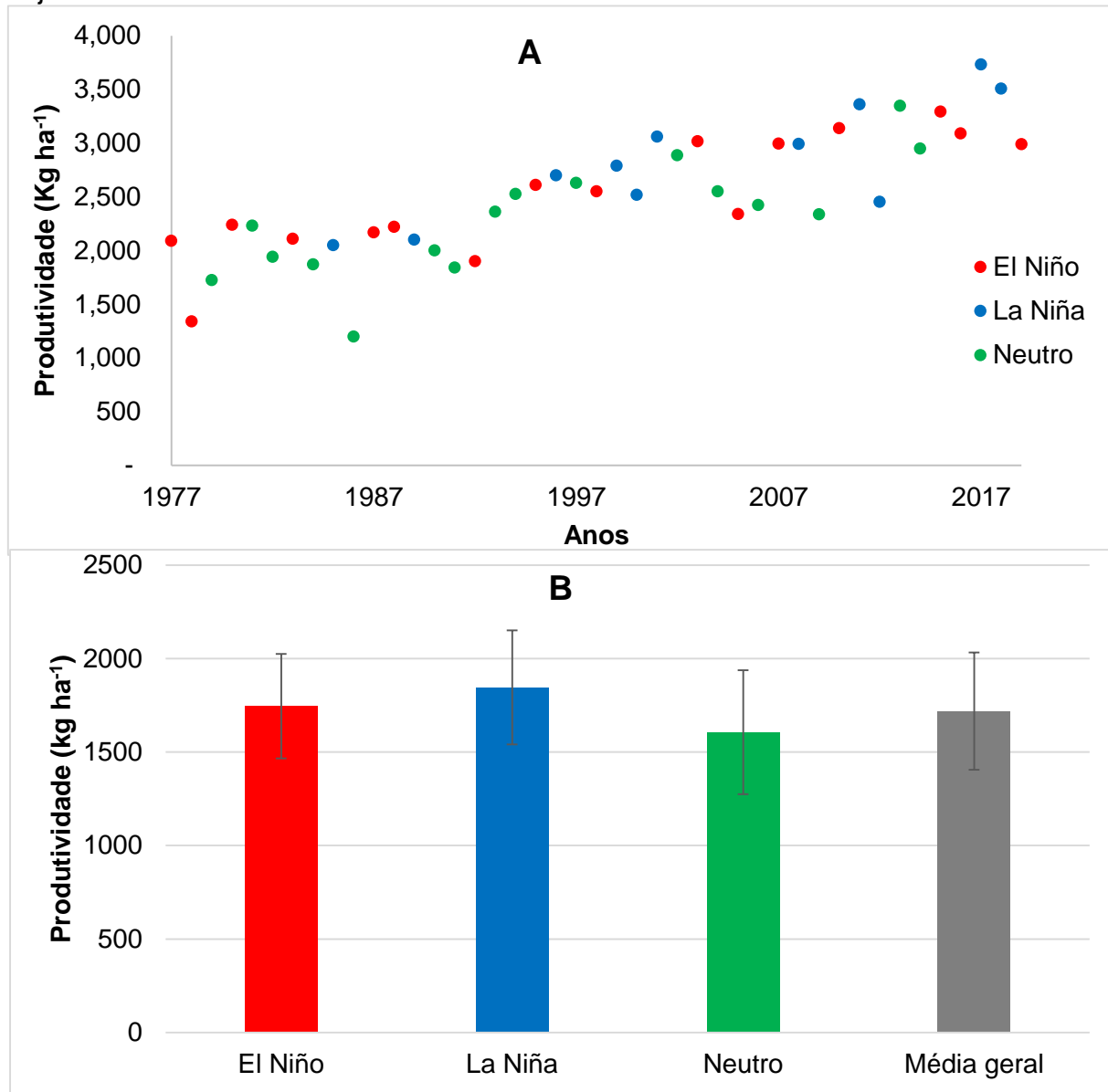
Segundo a Figura 9(B), pode-se afirmar que para o Mato Grosso, o fenômeno que apresenta melhores médias de produtividades é na ocorrência de La Niña, cuja média de produtividade foi de 1.742 kg ha⁻¹. É também na ocorrência desse fenômeno onde se registra o menor desvio padrão, de 170 kg ha⁻¹. Os piores resultados são obtidos em anos de El Niño quando a média de produtividade é de 1.580 kg ha⁻¹, porém o desvio padrão nesse acontecimento, é o segundo menor, de 183 kg ha⁻¹. Durante anos onde houve Neutralidade, as médias de produtividades foram as segundas piores, de 1.631 kg ha⁻¹, já o desvio padrão é o mais elevado para o estado, sendo de 186 kg ha⁻¹.

Portanto, pode-se observar que os anos de ocorrência de La Niña para o estado do Mato Grosso, foram os que garantiram melhores médias de produtividade historicamente. Porém Moura (2014), conclui que os municípios que fazem parte do corredor da soja no estado, mostram comportamento distinto a variabilidade da precipitação média anual e do período chuvoso: Sorriso e Sinop tem maiores irregularidades e tendências a redução de chuvas, por outro lado, cidades mais ao sul do estado, como Nova Mutum e Lucas do Rio Verde, tem pouca irregularidade nas chuvas e leve ou nenhuma tendência a redução dessa.

4.3 PARANÁ

Na Figura 10(A), pode-se observar que durante anos com a presença do fenômeno La Niña, os resultados de produtividades, na maioria deles, ficam acima da média considerando os demais anos.

Figura 10 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Paraná relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Figura 10(B), as melhores médias de produtividade para o estado do Paraná foram obtidas na presença de La Niña, onde a média histórica é de 1.845 kg ha⁻¹, esses anos apresentam também o segundo maior desvio padrão, de 304 kg ha⁻¹. A segunda melhor média histórica foi registrada durante a ocorrência de El Niño, onde a média calculada foi de 1.744 kg ha⁻¹ e nesse, o desvio padrão foi o menor, de 279 kg ha⁻¹. Já anos Neutros, apresentaram a pior média, de 1.606 kg ha⁻¹, e ainda o maior desvio padrão, de 331 kg ha⁻¹.

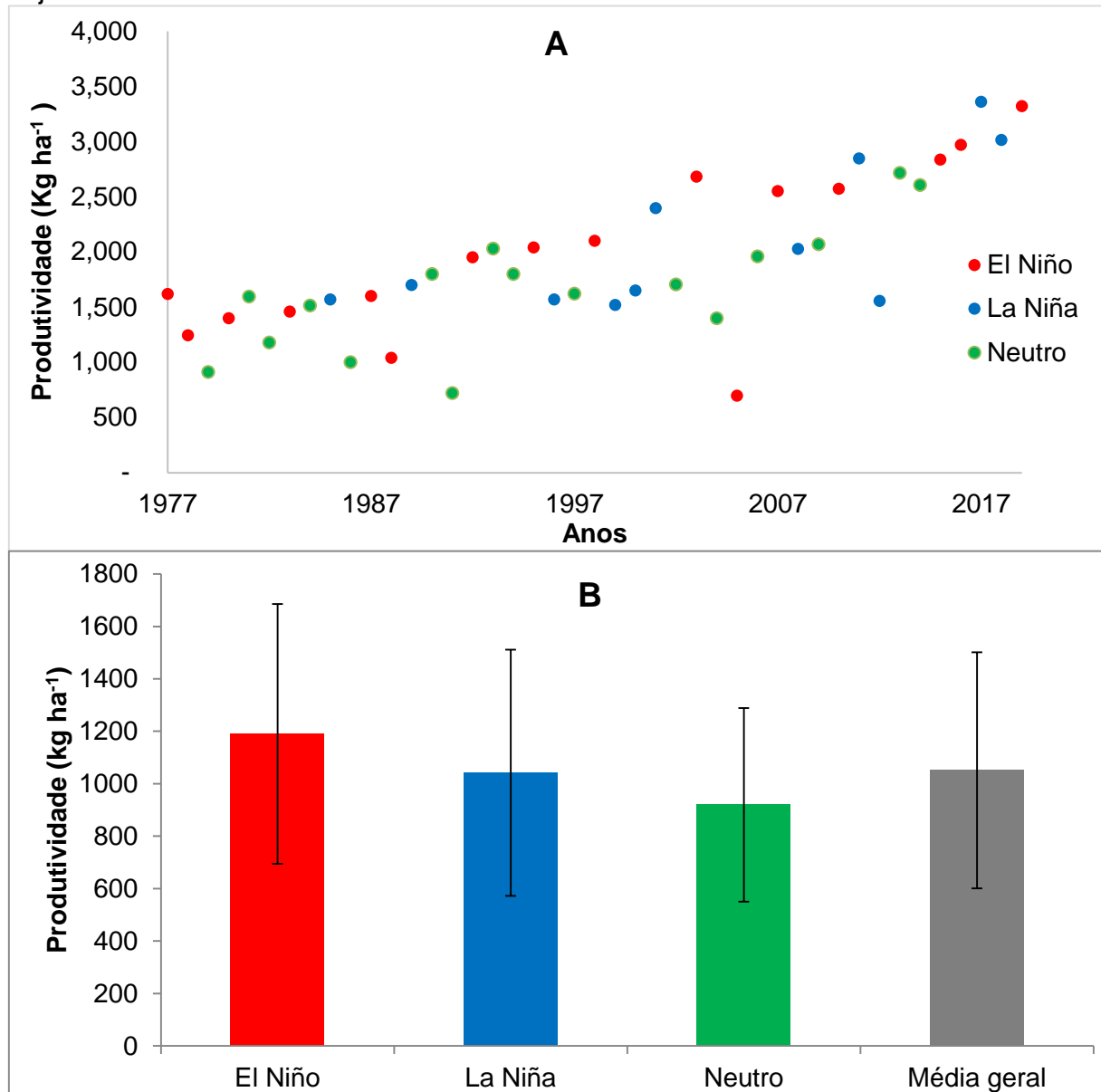
Assim sendo, pode-se afirmar que a média de produtividade obtida no estado do Paraná, foi melhor na ocorrência de fenômeno La Niña e a pior foi obtida na ocorrência de anos Neutros.

Ferreira (2006), destaca que durante a fase fria, as produtividades de soja no estado foram positivas na maior parte dos casos; durante anos de ocorrência de El Niño no estado do Paraná as médias de produtividade de soja apresentaram-se equilibradas, com pouco efeito; na ocorrência de La Niña, as produtividades apresentam-se geralmente acima da média; anos Neutros, as médias de produtividade de soja no estado tiveram 58% dos desvios negativos. Ele conclui ainda que o fenômeno ENOS não é o único a atuar no regime de chuva da Região Sul, mas esse interage com frentes, vórtices ciclônicos, complexos convectivos de mesoescala, bloqueios e outros.

4.4 RIO GRANDE DO SUL

A Figura 11(A) demonstra que anos de ocorrência de El Niño, apesar do ano de 2005 que foi marcado por uma forte estiagem, tendem a ser anos de produtividades acima da média geral, ao contrário de anos Neutros.

Figura 11 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja no Rio Grande do Sul relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da Figura 11(B), observa-se que no estado do Rio Grande do Sul, a melhor média histórica foi registrada em anos onde se fez presente o fenômeno El Niño, cuja média foi de 1.189 kg ha⁻¹, porém o desvio padrão nesses anos foi o maior, de 495 kg ha⁻¹. Os piores anos foram os anos de Neutralidade, o que gerou uma média histórica de 919 kg ha⁻¹, porém nesses, houve o menor desvio padrão que foi de 369 kg ha⁻¹. Os anos que houveram fenômeno La Niña, garantiram segunda melhor média histórica, de 1.042 kg ha⁻¹ e o desvio padrão foi o segundo maior registrado, de 469 kg ha⁻¹.

Assim, no estado do Rio Grande do Sul, pode-se afirmar que historicamente, anos cuja ocorrência de fenômeno El Niño foram os que garantiram a melhor média histórica para o estado, por outro lado, os anos de Neutralidade foram os que garantiram a pior média das produtividades para o estado.

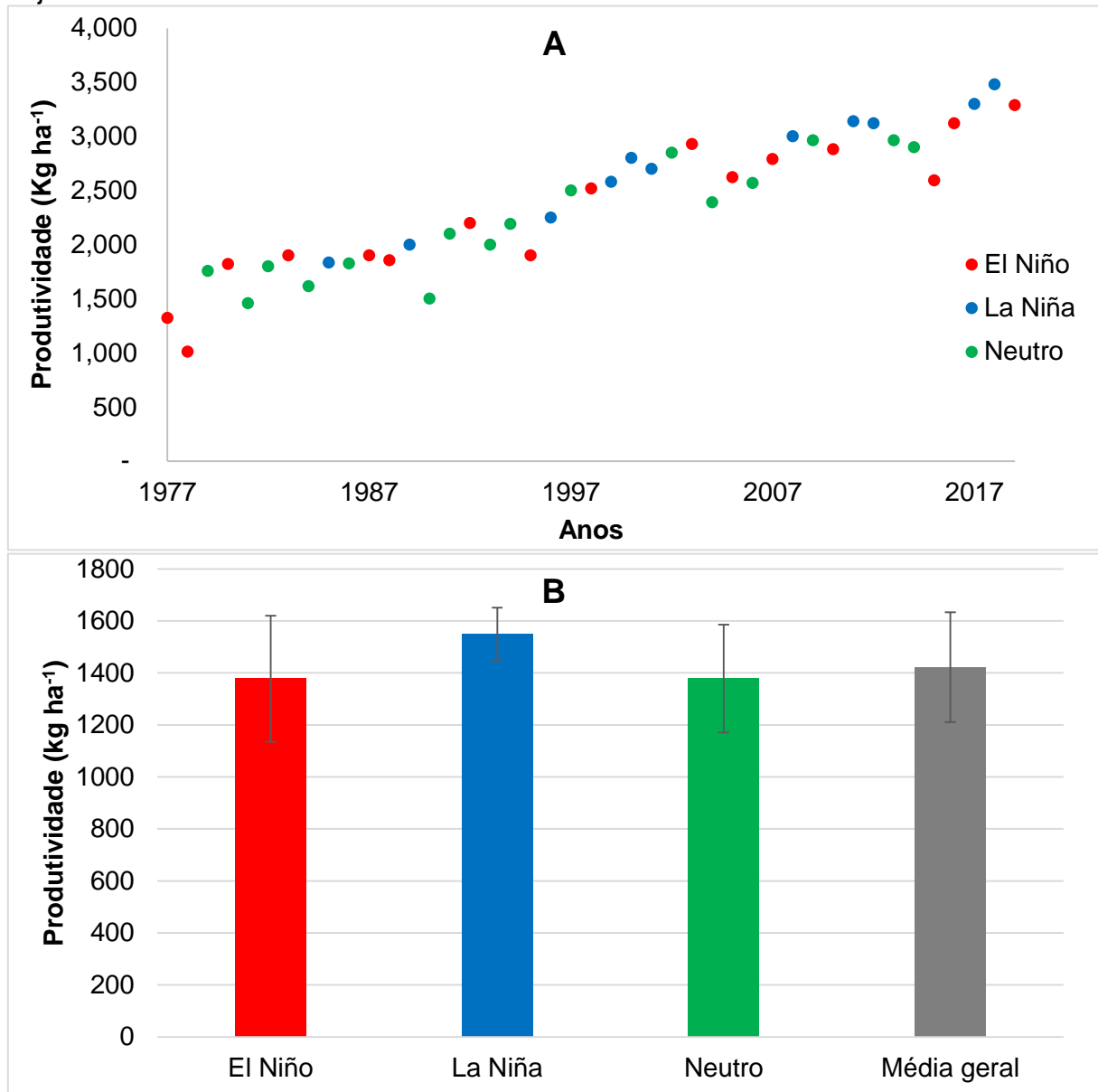
Conforme Araújo (2012) conclui, o Rio Grande do Sul está entre os estados mais afetados e com as maiores perdas de produtividade média, principalmente em culturas de milho e soja, onde a ocorrência de El Niño pode dizimar a produção de alguns municípios devido ao aumento de chuvas. Para isso, o autor diz que providências para regularização e drenagem em eventos de chuvas intensas e inundações, são necessárias.

Matzenauer et al (2018), por sua vez, quando remove a variável tecnológica da produtividade, conclui que os rendimentos médios de grão de soja no estado do Rio Grande do Sul, não apresentam diferenças significativas entre os eventos ENOS.

4.5 GOIÁS

Observando as médias de produtividade de soja para o estado de Goiás relacionado com os fenômenos ENOS (Figura 12(A)), pode-se notar que em episódios de fenômeno La Niña, as médias obtidas são frequentemente maiores que a média obtida dentro de outros fenômenos. Além disso é notável que a variação, ou desvio padrão das médias de produtividade tem menor variação nesse estado em relação aos demais.

Figura 12 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Goiás relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo a Figura 12(B), as melhores médias de produtividade foram atingidas na presença do fenômeno La Niña, cuja média obtida foi 1.550 kg ha⁻¹. Nesse fenômeno, obteve-se também o menor desvio padrão, que foi de 100 kg ha⁻¹. Durante a ocorrência do fenômeno El Niño, obteve-se uma média histórica das produtividade de 1.377kg ha⁻¹, porém foi nesses anos que obteve-se o maior desvio padrão, de 242 kg ha⁻¹. Os anos neutros no estado de Goiás, geraram uma média histórica igual a gerada durante o fenômeno anterior, de 1.377 kg ha⁻¹, porém obteve-se o segundo menor desvio padrão que foi 207 kg ha⁻¹.

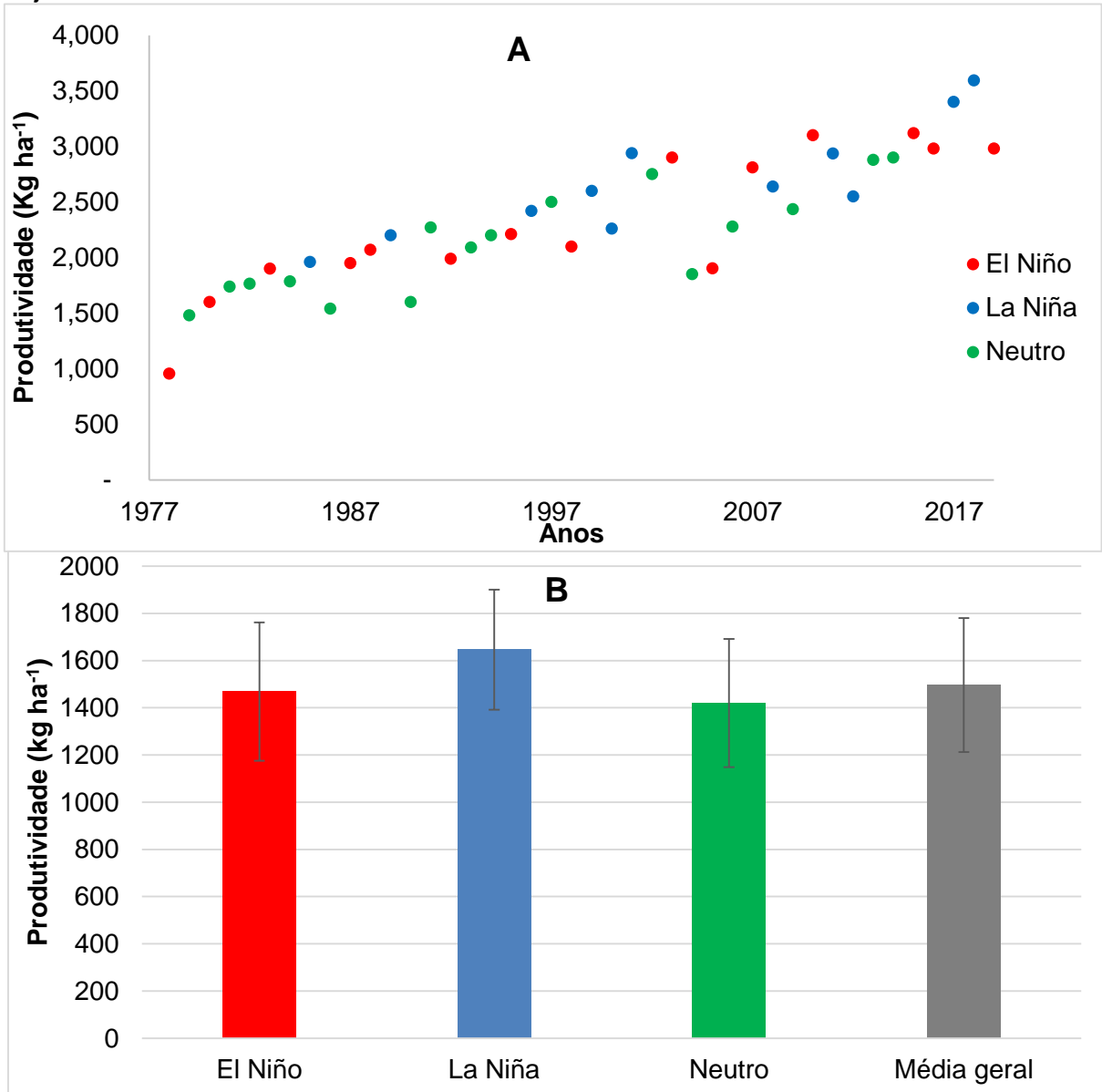
Portanto, podemos afirmar que os anos de La Niña garantiram historicamente as melhores produtividades e os anos de El Niño e anos Neutros geraram uma média das produtividades iguais para o estado de Goiás.

De acordo com Romero e Marcuzzo (2013), no estudo que avaliou o número de dias de precipitação pluviométrica no estado de Goiás, concluíram que os maiores números de dias de chuvas registrados no estado entre 1977 e 2006 ocorreram durante os meses de janeiro de 1985 e dezembro de 1989, sob influência de La Niña. Por outro lado, durante os meses de junho de 2002, julho de 1988 e 2003 e agosto de 1988, sob influência de El Niño, não foi registrado nenhuma ocorrência de chuva.

4.6 MATO GROSSO DO SUL

Na Figura 13(A), podemos observar que anos onde houve o fenômeno La Niña, foram os que garantiram as melhores médias de produtividade.

Figura 13: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Mato Grosso do Sul relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da Figura 13(B), podemos observar que as melhores médias históricas de produtividade de soja para o Mato Grosso do Sul, foram obtidas durante a ocorrência do fenômeno La Niña, cuja média obtida foi 1.646 kg ha⁻¹. Dentro desse fenômeno, obteve-se o menor desvio padrão, de 254 kg ha⁻¹. Considerando os anos de El Niño, as médias históricas obtidas foram as segundas melhores, de 1.468 kg ha⁻¹, porém foi nesse fenômeno que houve o maior desvio padrão, de 292 kg ha⁻¹. Nos anos Neutros, obteve-se as piores médias históricas de

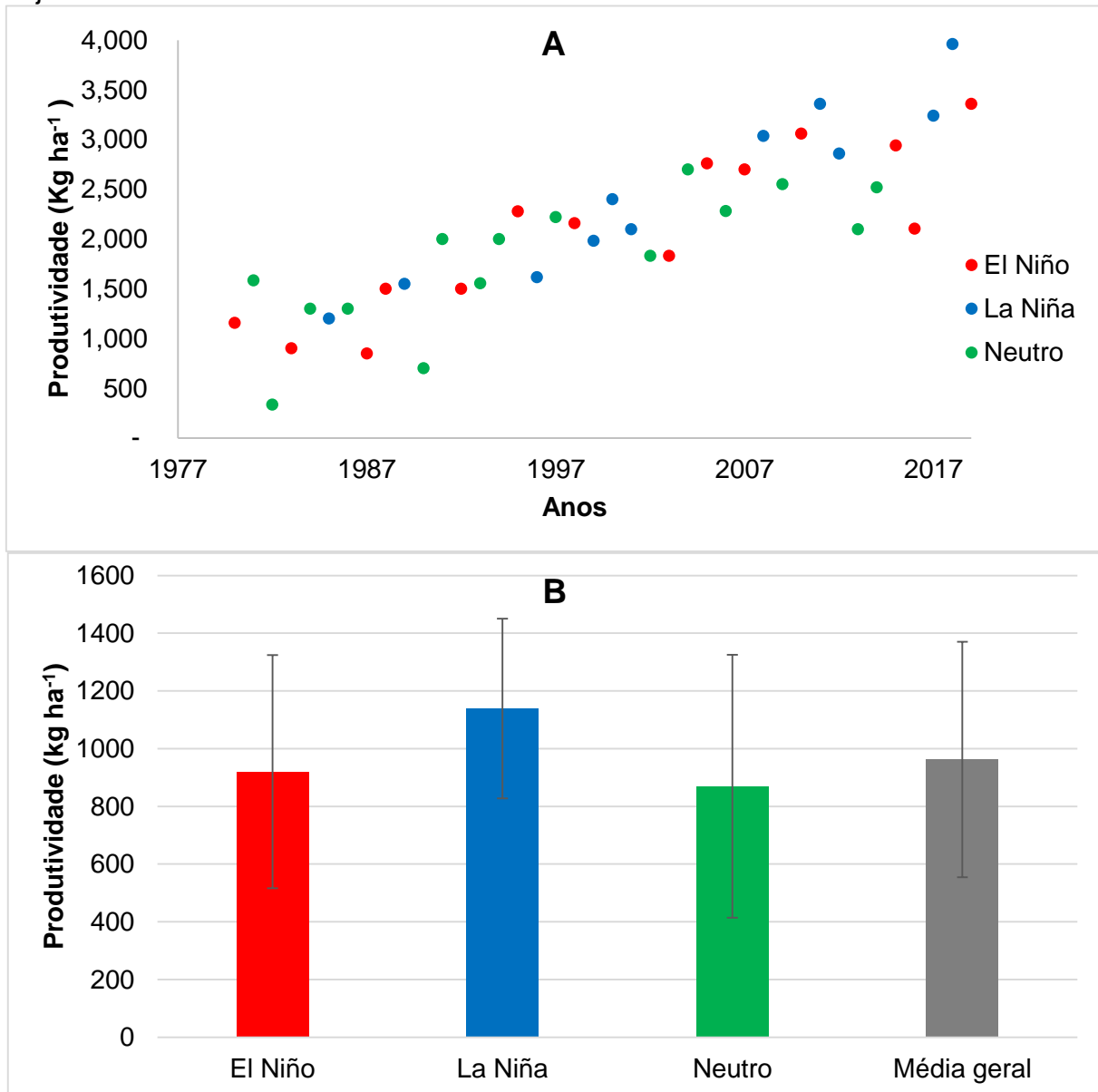
produtividade, sendo de 1.420 kg ha^{-1} . Nesses que se obteve o segundo menor desvio padrão, de 271 kg ha^{-1} .

Assim sendo, conforme a Figura 13, pode-se afirmar que os anos onde houve a ocorrência de fenômeno La Niña, foram historicamente os que garantiram melhores produtividades para o estado do Mato Grosso do Sul. Por outro lado, anos Neutros obtiveram os piores resultados.

4.7 BAHIA

A Figura 14(A) mostra entre as produtividades obtidas no estado da Bahia durante ocorrência do fenômeno ENOS. Pode-se observar que as médias obtidas nos anos de neutralidade, foram as piores em alguns anos, por outro lado, a ocorrência de La Niña, garantiu as melhores médias.

Figura 14 - Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja na Bahia relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando a Figura 14(B), as melhores médias de produtividade históricas obtidas no estado da Bahia, foram durante anos de ocorrência de fenômeno La Niña, que garantiu uma média histórica de 1.138 kg ha⁻¹. Nesse mesmo fenômeno é que se obteve o menor desvio padrão, de 311 kg ha⁻¹. Considerando os anos onde houve o fenômeno El Niño, obteve-se as segundas melhores médias históricas, de 919 kg ha⁻¹, e também nesse mesmo, obteve-se o segundo maior desvio padrão, de 404 kg ha⁻¹. Os anos de Neutralidade, foram historicamente os piores anos, atingindo uma média histórica de 869 kg ha⁻¹, além

disso garantindo o maior desvio padrão dentre os fenômenos, sendo esse 455 kg ha^{-1} .

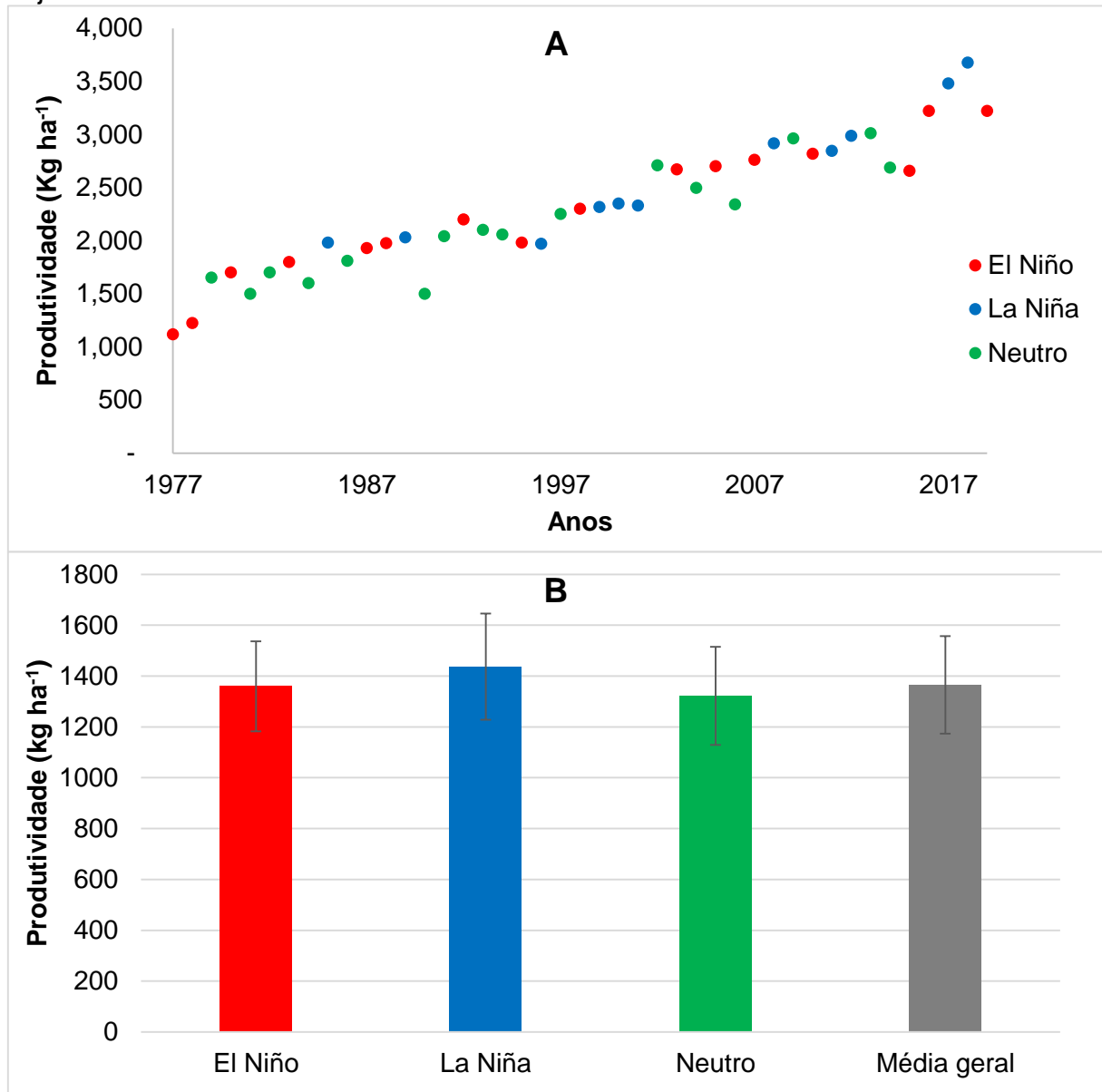
Portanto, considerando a Figura 14, podemos afirmar que segundo as médias de produtividade de soja obtidas historicamente, anos cuja ocorrência de fenômeno La Niña, são os que garantiram ao estado da Bahia os melhores valores, já os anos Neutros, trouxeram os piores resultados de produtividade.

Para Araújo (2012), o estado da Bahia, bem como Rio Grande do Sul, está entre os que mais sofrem com eventos extremos, podendo ter a produção em alguns municípios devastada pelas secas nordestinas em várias culturas diferentes, durante a ocorrência de El Niño. Para amenizar esses prejuízos, o autor diz que um plano de gerenciamento de recursos hídricos torna-se indispensável.

4.8 MINAS GERAIS

Observando as médias de produtividade de soja para o estado de Minas Gerais relacionado com os fenômenos ENOS (Figura 15(A)), pode-se observar que eventos Neutros apresentam frequentemente resultados abaixo da média entre os eventos, mas por outro lado, anos de ocorrência de La Niña, são frequentemente os de melhores médias.

Figura 15: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Minas Gerais relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao visualizar a Figura 15(B), podemos notar que as médias históricas de produtividade de soja no estado de Minas Gerais são beneficiadas em anos de ocorrência do fenômeno La Niña, uma vez que a média histórica de produtividade durante esse fenômeno foi de 1.437 kg ha⁻¹, o melhor dentro os fenômenos. O desvio padrão nesse, porém, foi o mais elevado, de 208 kg ha⁻¹. Já os anos onde houve o fenômeno El Niño, a média de produtividade foi a segunda mais alta, correspondendo a 1.359 kg ha⁻¹, e o desvio padrão dessas produtividades ao decorrer dos fenômenos foi a mais baixa para o estado, de 176 kg ha⁻¹. Os anos de

Neutralidade por sua vez, foram os que apresentaram piores médias, de 1.322 kg ha⁻¹, porem apresentaram o segundo menor desvio padrão, de 192 kg ha⁻¹.

Assim sendo, analisando a Figura 15, podemos dizer que para a média de produtividade de soja no estado de Minas Gerais, os anos em que ocorreram o fenômeno La Niña foram os melhores. Por outro lado, os anos de Neutralidade foram os piores.

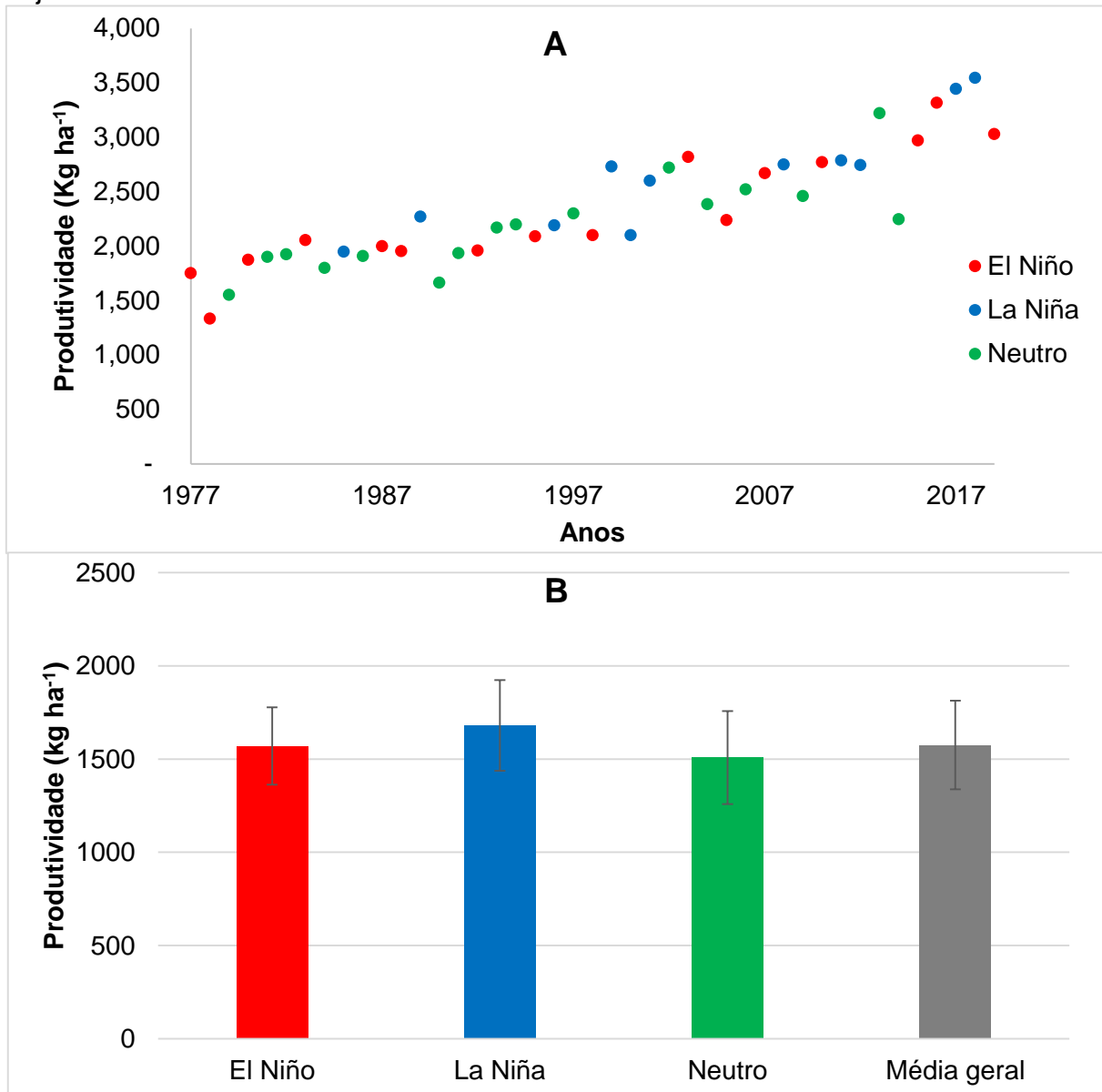
De acordo com Ferreira (2006), os desvios das médias de produtividade de soja no estado de Minas Gerais durante a ocorrência de El Niño, foram em 60% dos casos negativos; já em anos Neutros, houve um equilíbrio entre as anomalias positivas e negativas.

Segundo Minuzzi (2003), a ocorrência do fenômeno La Niña no estado de Minas Gerais, tem como característica chuvas abaixo da média na maior parte do estado, além de causar estiagens de duração superior a 15 dias no Norte-Nordeste do Estado e entre 3 e 6 dias no Sul-Sudoeste; já durante El Niño, ocorre uma irregularidade na distribuição de chuvas, ficando acima da média na metade sudoeste do Estado e abaixo da média na metade nordeste desse.

4.9 SÃO PAULO

A Figura 16(A) apresenta as médias anuais de produtividade de soja para o estado de São Paulo durante a ocorrência do fenômeno ENOS. Observando essa figura, pode-se observar que, as anos de ocorrência de La Niña, são frequentemente acima da média entre os fenômenos, e por outro lado, anos Neutros estão frequentemente abaixo da média.

Figura 16: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em São Paulo relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

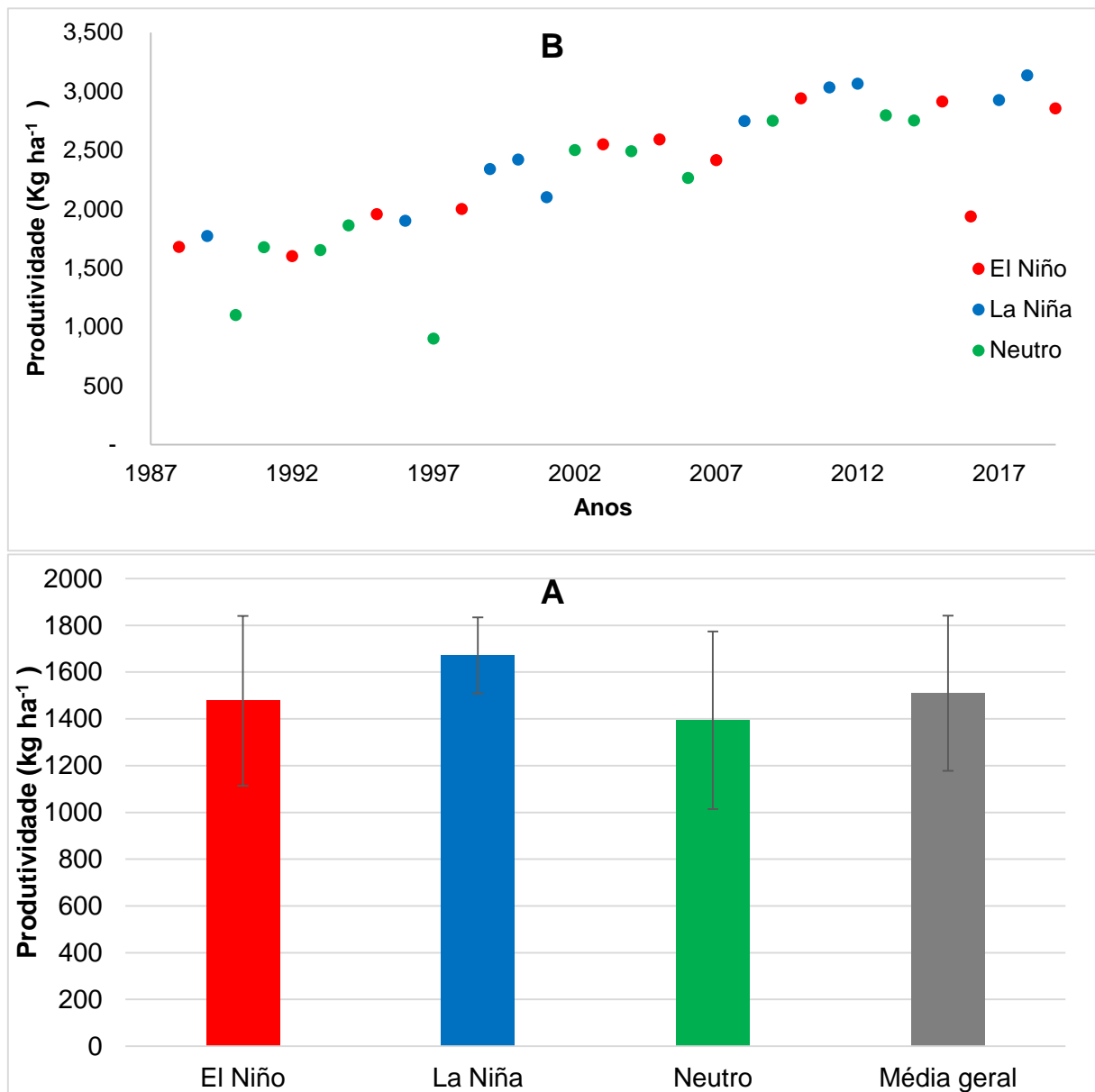
Visualizando a Figura 16(B), pode-se notar que as médias de produtividade de soja no estado de São Paulo foram melhores na presença do fenômeno La Niña, atingindo média de produtividade nos anos de ocorrência de 1.680 kg ha^{-1} . O desvio padrão das produtividade dentre os anos dessas ocorrências foi a segunda maior dentre os fenômenos, de 242 kg ha^{-1} . Os anos de ocorrência de El Niño, foram os que geram as segundas melhores médias, de 1.570 kg ha^{-1} , porém com o menor desvio padrão, de 207 kg ha^{-1} . Os anos de Neutralidade por sua vez, foram os que geraram piores médias, sendo a média da produtividade nos anos de ocorrência de 1.508 kg ha^{-1} , além disso geraram o maior desvio padrão, de 249 kg ha^{-1} .

Considerando assim a Figura 16, pode-se afirmar que a média de produtividade de soja no estado de São Paulo foi favorecida historicamente na ocorrência dos fenômenos La Niña, e por outro lado, desfavorecido na ocorrência de anos Neutros. Segundo Ferreira (2006), em anos de La Niña, as médias de produtividade de soja em São Paulo foram favorecidas com a ocorrência do fenômeno.

4.10 TOCANTINS

Observando a Figura 17(A), que mostra a produtividade anual obtida no estado de Tocantins durante a ocorrência do fenômeno ENOS, podemos notar que o ano de 1997, com a ocorrência de um ano Neutro, foi o pior da série seguido do ano de 1990, também na ocorrência do mesmo fenômeno. Já anos de ocorrência de La Niña, as médias tendem a ser acima da média obtida entre os eventos.

Figura 17: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Tocantins relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a Figura 17, as médias históricas de produtividade de soja no estado de Tocantins durante a ocorrência de fenômeno La Niña, geraram a melhor média geral entre os fenômenos, sendo essa de 1.671 kg ha⁻¹, ainda no mesmo fenômeno, houve o menor desvio padrão entre as médias, de 162 kg ha⁻¹. Já quando houve o fenômeno El Niño, gerou-se a segunda melhor média de produtividade, de 1.477 kg ha⁻¹, porém nesse houve o segundo maior desvio padrão entre as médias históricas obtidas, de 363 kg ha⁻¹ de soja. Já ao considerar os anos Neutros, podemos observar que suas médias históricas de produtividade geraram a pior

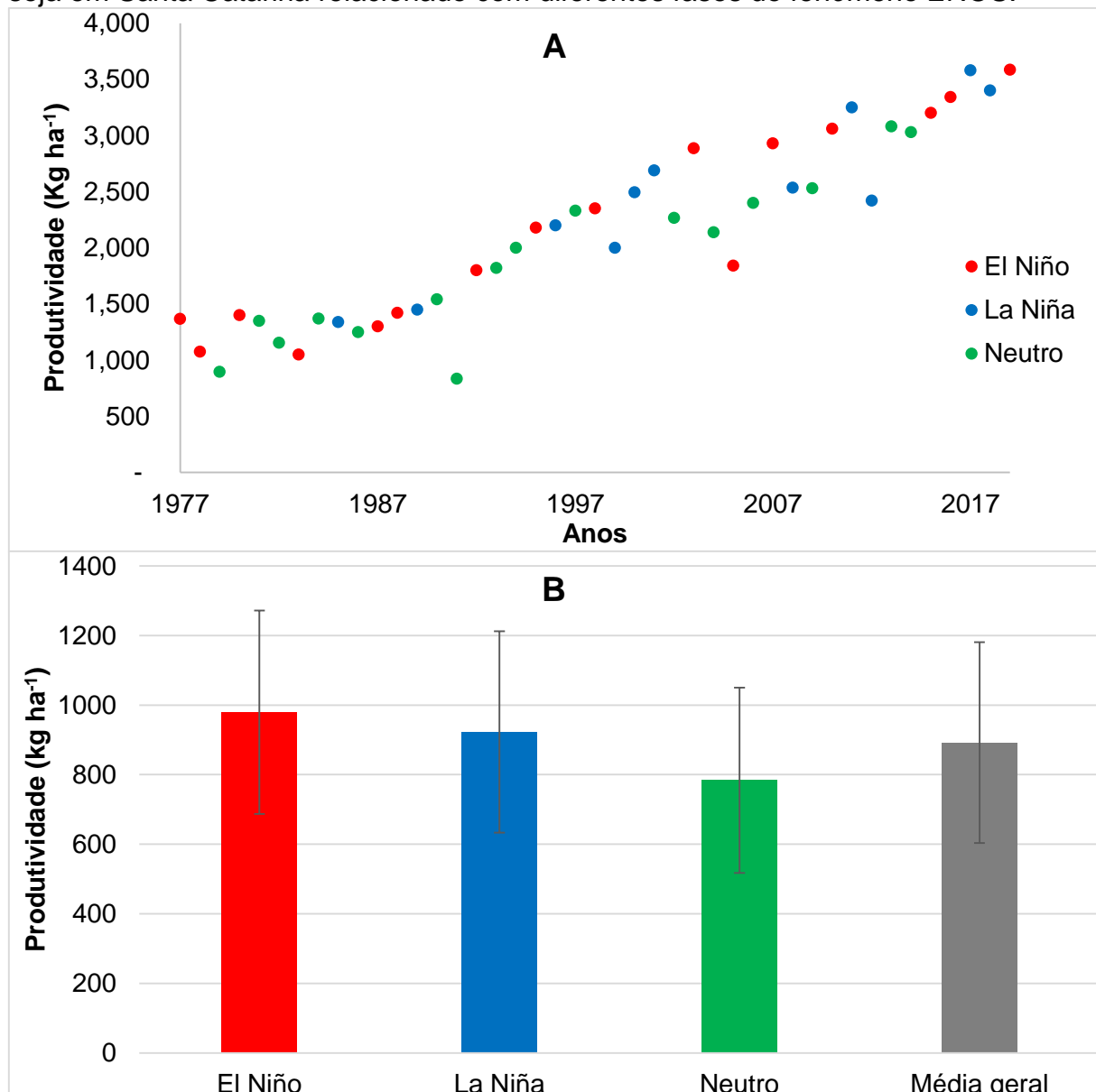
média geral, de apenas 1.393 kg ha^{-1} , além de ter gerado o desvio padrão mais elevado, de 379 kg ha^{-1} .

Portanto, ao analisar a Figura 17, pode-se dizer que as médias de produtividade de soja para o estado de Tocantins, foram beneficiadas durante a ocorrência do fenômeno La Niña, porém desfavorecidas durante a ocorrência de anos Neutros.

4.11 SANTA CATARINA

A Figura 18(A), mostra que as produtividades obtidas de soja no estado de Santa Catarina durante eventos Neutros, tendem a ficar abaixo da média geral obtida entre os fenômenos. Já durante os eventos de El Niño, devido a safra de 2005, há uma grande variabilidade entre as suas médias.

Figura 9: Produtividade(A), médias e desvio padrão de produtividades(B) de soja em Santa Catarina relacionado com diferentes fases do fenômeno ENOS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando a Figura 18(B), é possível notar que as médias anuais de produtividade de soja no estado de Santa Catarina geraram a média histórica mais elevada durante a ocorrência de fenômeno El Niño, sendo ela 979 kg ha⁻¹. Esse período apresentou porém o maior desvio padrão entre as médias, de 292 kg ha⁻¹. Como é representado na figura, anos de La Niña representaram a segunda melhor médias, de 922 kg ha⁻¹, porém com o segundo maior desvio padrão, de 289 kg ha⁻¹. Já anos que se caracterizaram como Neutros, foram os piores para o estado,

gerando uma média de produtividade durante os anos de ocorrência de 783 kg ha^{-1} , e também geraram o menor desvio padrão entre os anos de ocorrência, de 266 kg ha^{-1} .

Portanto, considerando a Figura 18, podemos ver que ao longo do período estudado, as médias de produtividade de soja no estado de Santa Catarina foram alavancadas diante de ocorrência de El Niño, mas declinaram durante anos de Neutralidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estado do Mato Grosso, a pior média das produtividades foi obtida durante anos de ocorrência de El Niño; No estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a melhor média das produtividades foi obtida durante o fenômeno El Niño; A média das produtividades em Goiás foram iguais para anos de El Niño e Neutralidade; Para os demais estados e para o Brasil, os anos de La Niña demonstraram maior produtividade média. A menor médias das produtividades, tanto em nível nacional quanto nos estados, foi verificada nos anos de Neutralidade do fenômeno ENOS, com exceção do Mato Grosso, onde esse foi a segunda maior média obtida e Goiás. Os fenômenos La Niña, El Niño e neutralidade, têm distintos efeitos nos diferentes estados analisados e para o Brasil. Assim o conhecimento desses efeitos é de grande importância principalmente para o planejamento de safras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=importancia-economica-e-social&area=NC0yLTI=>>> Acesso em: 10 de abr. 2017.

AGUIAR, D; MENDONÇA, Magaly. Climatologia das geadas em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 1., 2004, Florianópolis. **Anuais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.

ALBERTO, C. M., STRECK, N. A., HELDWEIN, A. B., BURIOL, G. A., MEDEIROS, S. L. P. Água no solo e rendimento do trigo, soja e milho associados ao El Niño Oscilação Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 41, n. 7, p. 1067-1075, jul. 2006.

ANDREOLI, R. V., KAYANO M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 1, p. 63-74, 2007. Disponível em: <www.rbmet.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=261&id_arquivo=418> Acesso em: 10 abr. 2017.

ARAÚJO, P. H. C. **Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña 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 à Climatologia para os Trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. 13ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 261-285.

BERBERT, R. P., HAMAWAKI, O. Análise da plasticidade da cultura de soja em diferentes arranjos populacionais e diferentes espaçamentos entre linhas. **Horizonte Científico**, v. 2, n. 1, out. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4127>> Acesso em: 17 abr. 2017.

BERLATO, M. A., FARENZENA, H., FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 40, n. 5, p. 423-432, mai. 2005.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. A SOJA NO BRASIL: História e Estatística. **EMBRAPA - CNPSo**, Londrina, 61 f., doc. 21, 1987.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **China é a maior importadora de soja brasileira**. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/imprensa-noticia.php?id=28263>> Acesso em: 07 jul. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 17 abr. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas**. Disponível em: <[http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/historico-de-safras?task=callelement&format=raw&item_id=16&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args\[0\]=f6dac80b6b97623d636185a15063d9c7](http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/historico-de-safras?task=callelement&format=raw&item_id=16&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args[0]=f6dac80b6b97623d636185a15063d9c7)> Acesso em: 30 abr. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas**. Disponível em: <[http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/historico-de-safras?task=callelement&format=raw&item_id=21&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args\[0\]=a773e957fa1bf5b5170d85be374cdb33](http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/historico-de-safras?task=callelement&format=raw&item_id=21&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args[0]=a773e957fa1bf5b5170d85be374cdb33)> Acesso em: 30 abr. 2017.

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

DENG, X. et al. Impacts of El Niño-Southern Oscillation events on China's rice production. **Journal of Geographical Sciences**, 2010. V.20. p. 3 -16.

DALMAGO, G. A. Et al. El Niño e La Niña influenciam o rendimento de grãos de canola no Brasil. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 92**. Passo Fundo, ISSN 1677-8901. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Desenvolvimento, mercado, rentabilidade da soja brasileira**. Londrina: EMBRAPA, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPISO-2010/30758/1/CT74-eletronica.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2017.

FALCON, W. P., et al. Using climate models to improve Indonesian food security. **Bulletin of Indonesian Economic Studies**, 2004. V. 40, n. 3, p. 355-377.

FARIAS, J. R. B., ASSAD E. D., ALMEIDA I. R. de, EVANGELISTA B. A., LAZZAROTTO C., NEUMAIER N., NEPOMUCENO A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 415-421, ago./dez. 2001. Disponível em: <<http://trigo.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap4.pdf>> Acesso em: 06 de abr. 2017.

FERREIRA, D. B. **Relação entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**, 2006. 125 f. Dissertação (Pós-Graduação em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006, São José dos Campos, 2006. Disponível em

<<https://www.agrolink.com.br/downloads/rela%C3%A7%C3%B5es%20entre%20a%20variabilidade%20da%20precipita%C3%A7%C3%A3o%20e%20a%20produtividade%20agr%C3%ADcola%20de%20soja%20e%20milho.pdf>> Acesso em: 05 de outubro de 2019.

FERREIRA, F. M. **A importância da soja e seus derivados para a economia brasileira a partir da década de 1970**, 2011. 46 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011, Três Rios. Disponível em <<https://itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2017/10/t52.pdf>> Acesso em: 05 de outubro de 2019.

FREITAS, M. de C. M., A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, V. 7, N. 12, p. 1-12, 2011.

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 V SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. 20., 2017, Petrolina; Juazeiro. **Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**. Petrolina; Juazeiro: EMBRAPA, 2017.

L'HEUREUX, M. **What is the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) in a nutshell?**. 2014. Disponível em <<https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/what-el-ni%C3%B1o%E2%80%93southern-oscillation-enso-nutshell>>. Acesso em: 08 out. 2019.

LIMA, T. M. **Exigências Térmicas e Fotoperiódicas da Cultura da Soja na Região de Planaltina – Distrito Federal**. 2014. Universidade de Brasília – UnB, Faculdade de Planaltina- FUP, Curso de Gestão do Agronegócio, Brasília, 2014. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7930/1/2014_TatiellenMunizLima.pdf> Acesso em: 10 abr. 2017.

MANUAL DE TRABALHOS ACADÊMICOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. Universidade Federal da Fronteira Sul. Simone Padilha (Coord.). Chapecó, 2014.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; CARGNELUTTI FILHO, A. Rendimento de grãos de soja e milho, no Rio Grande do Sul, não difere entre eventos El Niño Oscilação Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.123-129, 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. El Niño e La Niña. In: MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p.189-194.

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

MOURA, M. do N. **Padrões Climáticos de Precipitação e a Produção de Soja na Amazônia**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, Mestrado em Ciências Ambientais, Belém, 2014.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, NOAA Climate.gov staff. **El Niño and La Niña: Frequently asked questions**. 2016. Disponível em <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions>> Acesso em: 07 out. 2019

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, NOAA. **El Niño & La Niña (El Niño-Southern Oscillation)**. Disponível em <<https://www.climate.gov/enso>>. Acesso em: 09 out. 2019

ROMERO V., MARCUZZO F. F. N. Influência de El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica do estado de Goiás. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 7, n.14, p. 93-106, jan./abr. 2013. Disponível em: <<http://revista.ufr.br/actageo/article/view/788/1030>> Acesso em: 10 abr. 2017.

Ropelewski, C.F.; Halpert, M.S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **Journal of Climate**, v. 4, p. 268-284, 1989. Disponível em <Ropelewski, C.F.; Halpert, M.S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. *Journal of Climate*, v. 4, p. 268-284, 1989.> Acesso em: 05 de outubro de 2019.

Rossetti, L.A. Reduzindo os riscos da agricultura e propiciando indicadores confiáveis para um desenvolvimento regional sustentável. **Seminário Brasileiro de Zoneamento Agrícola**, 1., 2002.

ANEXOS

ANEXO 1 - Base de dados da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) sobre o fenômeno El Niño Oscilação Sul.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1950	-1.4	-1.2	-1.1	-1.2	-1.1	-0.9	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8
1951	-0.8	-0.6	-0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	0.7	0.6
1952	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
1953	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7
1954	0.7	0.4	0	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5
1955	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.4
1956	-0.9	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4
1957	-0.3	0	0.3	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.1	1.2	1.3	1.6
1958	1.7	1.5	1.2	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
1959	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1960	-0.1	-0.2	-0.1	0	-0.1	-0.2	0	0.1	0.2	0.1	0	0
1961	0	0	-0.1	0	0.1	0.2	0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2
1962	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4
1963	-0.4	-0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.7	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1
1964	1.0	0.6	0.1	-0.3	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
1965	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	1.7	1.8	1.5
1966	1.3	1.0	0.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0	-0.1	-0.1	-0.3
1967	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.2	0	0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
1968	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.8
1969	0.9	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.8	0.8	0.8	0.7
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1970	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.2
1971	-1.3	-1.3	-1.1	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.8
1972	-0.7	-0.4	0	0.3	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	1.9
1973	1.7	1.2	0.6	0	-0.4	-0.8	-1.0	-1.2	-1.4	-1.7	-1.9	-1.9
1974	-1.7	-1.5	-1.2	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6
1975	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-1.0	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1976	-1.5	-1.1	-0.7	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8
1977	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8
1978	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0
1979	0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0.1	0.1	0
1981	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0
1982	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.5	1.9	2.1	2.1
1983	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.7	0.3	0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8
1984	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
1986	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.0	1.1
1987	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.7	-1.8
1989	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.5	0.2	0	-0.1	-0.1	0
1993	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1.0
1995	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9
1996	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.6	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.3	2.3
1998	2.1	1.8	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.7	-1.0	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4
1999	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.1
2003	0.9	0.7	0.4	0	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
2004	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7
2005	0.7	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0	-0.1	0	-0.2	-0.5	-0.7
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.1	-1.3	-1.3
2008	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0
2012	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.2
2013	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
2016	2.5	2.2	1.7	1.0	0.5	0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-1.0
2018	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	0.8
2019	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.3					

ANEXO 2 – Série histórica de produtividade de soja no Brasil (CONAB).

REGIÃO/UF	TO	BA	MT	RS	MS	PR	GO	MG	SP	SC	BRASIL
1976/77			1.452	1.619		2.091	1.324	1.118	1.753	1.368	1.748
1977/78			1.333	1.246	955	1.341	1.010	1.223	1.333	1.076	1.250
1978/79			1.368	911	1.482	1.723	1.758	1.650	1.551	896	1.251
1979/80		1.158	1.670	1.400	1.600	2.240	1.820	1.700	1.875	1.400	1.700
1980/81		1.583	1.797	1.595	1.740	2.230	1.459	1.500	1.901	1.349	1.781
1981/82		333	1.850	1.180	1.765	1.940	1.800	1.700	1.924	1.155	1.536
1982/83		900	1.912	1.458	1.900	2.110	1.900	1.800	2.055	1.050	1.728
1983/84		1.300	2.000	1.515	1.785	1.870	1.615	1.600	1.800	1.370	1.674
1984/85		1.200	2.080	1.570	1.960	2.050	1.835	1.980	1.950	1.340	1.808
1985/86		1.300	2.100	1.000	1.540	1.200	1.825	1.810	1.910	1.250	1.369
1986/87		850	2.170	1.600	1.950	2.170	1.900	1.930	2.000	1.300	1.851
1987/88	1.679	1.500	2.000	1.040	2.070	2.220	1.857	1.975	1.955	1.420	1.693
1988/89	1.769	1.550	2.160	1.700	2.200	2.100	2.000	2.030	2.270	1.450	1.953
1989/90	1.099	700	1.930	1.800	1.600	2.000	1.500	1.500	1.665	1.540	1.740
1990/91	1.675	2.000	2.370	720	2.270	1.840	2.100	2.040	1.935	833	1.580
1991/92	1.600	1.500	2.400	1.950	1.990	1.900	2.200	2.200	1.960	1.800	2.027
1992/93	1.650	1.555	2.450	2.030	2.090	2.360	2.000	2.100	2.170	1.820	2.150
1993/94	1.860	2.000	2.490	1.800	2.200	2.525	2.190	2.057	2.200	2.000	2.179
1994/95	1.957	2.280	2.370	2.040	2.210	2.610	1.900	1.980	2.090	2.180	2.221
1995/96	1.900	1.615	2.460	1.570	2.420	2.700	2.250	1.970	2.190	2.200	2.175
1996/97	900	2.220	2.730	1.620	2.500	2.630	2.500	2.250	2.300	2.330	2.299
1997/98	2.000	2.160	2.750	2.100	2.100	2.550	2.520	2.300	2.100	2.350	2.384
1998/99	2.340	1.983	2.800	1.520	2.600	2.789	2.580	2.315	2.730	2.000	2.367
1999/00	2.420	2.400	3.030	1.650	2.260	2.517	2.800	2.350	2.100	2.494	2.414
2000/01	2.100	2.100	3.090	2.395	2.940	3.060	2.700	2.330	2.600	2.690	2.751
REGIÃO/UF	TO	BA	MT	RS	MS	PR	GO	MG	SP	SC	BRASIL
2001/02	2,500	1,830	3,045	1,705	2,750	2,887	2,850	2,710	2,720	2,265	2,577
2002/03	2,550	1,830	2,930	2,680	2,900	3,016	2,930	2,670	2,820	2,887	2,816
2003/04	2,490	2,700	2,864	1,400	1,850	2,550	2,390	2,495	2,385	2,139	2,329
2004/05	2,590	2,760	2,938	698	1,902	2,340	2,624	2,700	2,240	1,840	2,245
2005/06	2,263	2,282	2,695	1,960	2,280	2,422	2,570	2,340	2,520	2,400	2,419
2006/07	2,415	2,700	2,997	2,550	2,810	2,995	2,790	2,760	2,670	2,930	2,823
2007/08	2,747	3,036	3,145	2,028	2,639	2,991	3,002	2,916	2,750	2,535	2,816
2008/09	2,750	2,552	3,082	2,070	2,436	2,337	2,963	2,961	2,459	2,530	2,629
2009/10	2,940	3,060	3,015	2,570	3,100	3,139	2,880	2,818	2,772	3,060	2,927
2010/11	3,032	3,360	3,190	2,845	2,937	3,360	3,140	2,845	2,788	3,250	3,115
2011/12	3,065	2,860	3,130	1,555	2,550	2,453	3,120	2,987	2,744	2,420	2,651
2012/13	2,796	2,100	3,010	2,714	2,880	3,348	2,965	3,010	3,220	3,080	2,938
2013/14	2,751	2,520	3,069	2,605	2,900	2,950	2,900	2,687	2,246	3,030	2,854
2014/15	2,914	2,940	3,136	2,835	3,120	3,294	2,594	2,658	2,970	3,200	2,998
2015/16	1,937	2,103	2,848	2,970	2,980	3,090	3,120	3,220	3,316	3,341	2,870
2016/17	2,932	3,242	3,273	3,360	3,400	3,731	3,300	3,480	3,445	3,580	3,364
2017/18	3,135	3,960	3,394	3,013	3,593	3,508	3,480	3,676	3,546	3,400	3,394
2018/19 Previsão (¹)	2,855	3,360	3,346	3,321	2,980	2,989	3,290	3,222	3,029	3,585	3,208