



DANILO NEIVA ANDRADE

**INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS “EL NIÑO” e “LA NIÑA” NA
PRODUTIVIDADE DE SOJA E TRIGO EM DIFERENTES
REGIÕES DO BRASIL**

**LAVRAS – MG
2021**

DANILO NEIVA ANDRADE

**INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS “EL NIÑO” e “LA NIÑA” NA PRODUTIVIDADE DE
SOJA E TRIGO EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do
título de Bacharel.

Dr. Felipe Schwerz
Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

DANILO NEIVA ANDRADE

INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS “EL NIÑO” e “LA NIÑA” NA PRODUTIVIDADE DE SOJA E TRIGO EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 17 de Novembro de 2021.

Dr. Felipe Schwerz - UFLA

Dr. Victor Buono da Silva Baptista - UFLA

MSc. Murilo Mazzotti Silvestrini - UNICAMP

**LAVRAS- MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Adinilson e Renata pela decisão de me darem a oportunidade de ingressar em uma das melhores Universidades do país, além de dar todo apoio necessário durante a minha jornada e meu irmão Max, que sempre me auxiliou de forma muito positiva nas decisões mais difíceis e importantes da minha vida profissional. Ao meu Avô Evandro, que mesmo de longe, ajudou a tornar possível essa caminhada desafiadora, possibilitando toda a experiência que tive e terei.

Não podia esquecer de agradecer a República Mato Dentro e meus irmãos que fizeram parte dessa história junto comigo, um lugar que se tornou uma família e proporcionou os melhores anos da minha vida, aprendendo a lidar com várias pessoas diferentes e me fortalecendo como pessoa e como profissional.

Ao meu orientador Felipe Schwerz pela amizade e, sobretudo, a confiança estabelecida para realizar um trabalho de relevância juntamente a ele.

RESUMO

A produtividade de determinadas culturas é influenciada principalmente pelo volume de chuvas e temperatura do ar. Dentre os fenômenos atmosféricos que determinam e caracterizam os padrões de distribuição de chuva no Brasil, o fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial, denominado de El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem forte influência sobre a agricultura brasileira. Diante disso, o “El Niño” e “La Niña” são fenômenos resultantes do aquecimento ou resfriamento das águas do Pacífico, em que o primeiro pode diminuir as chuvas em alguns locais como a Amazônia e o Nordeste Brasileiro, entretanto pode contribuir para o aumento das chuvas no Sul e em partes do Sudeste e Centro-Oeste. Já o segundo provoca efeitos opostos, podendo intensificar as chuvas na região Amazônica, Nordeste e partes do Sudeste. O conhecimento de tais informações é de fundamental importância para a tomada de decisão e uso de estratégias para minimizar as perdas de produtividade, otimizando o uso dos recursos. Nessa situação, esse trabalho tem por objetivo caracterizar e identificar as perdas ou ganhos de produtividade em anos de “El Niño”, “La Niña” ou “Neutro” para as culturas de soja e trigo, em 10 cidades de diferentes estados e regiões do Brasil. Para isso, foram utilizados dados históricos de produtividade média da soja e do trigo no intervalo de 1989 a 2019, registrados e contidos no SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Tais cidades foram escolhidas em virtude da importância das mesmas na produção das culturas determinadas, bem como na distribuição geográfica, a fim de caracterizar uma gama de regiões produtoras do Brasil. As informações e dados necessários dos anos de “El Niño” e “La Niña” foram obtidos nos registros do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Com o levantamento e análise das informações ao longo da pesquisa, foi possível concluir que a soja apresentou muitos anos de produtividade acima da média em anos de “El Niño” para todas as regiões, entretanto, em eventos “La Niña”, a região norte mostrou ter mais produtividades acima da média e a região sul apresentou os menores valores e, em anos Neutros, todas as regiões tiveram a maioria das produtividades abaixo da média. Para o trigo, os fenômenos “El Niño” e “La Niña” foram mais benéficos na região centro-oeste, contudo, para anos Neutros, a região sul teve a menor quantidade de produtividades acima da média.

Palavras – chaves: “El Niño”. “La Niña”. Produtividade da Soja. Produtividade do Trigo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação dos ventos alísios.....	11
Figura 2 – Representação dá área do Niño 3.4, local onde são identificadas anomalias de temperaturas na superfície do mar.....	16
Figura 3 – Classificação do ENOS em El Niño Fraco (WE), El Niño Moderado (ME), El Niño Forte (SE), El Niño Muito Forte (VSE), La Niña Fraco (WL), La Niña Moderado (ML) e La Niña Forte (SL), junto a variabilidade na temperatura entre os anos 1989 e 2019.	17
Figura 4 – Cidades escolhidas por Região do Brasil e suas respectivas culturas estudadas neste presente trabalho.....	18
Figura 5 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Cruz Alta-RS.	19
Figura 6 - Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Luiz Gonzaga-RS.....	20
Figura 7 - Comparativo da produtividade de soja entre anos específicos de ocorrência dos fenômenos "El Niño" e "La Niña".....	21
Figura 8 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Cruz Alta-RS.	22
Figura 9 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Luiz Gonzaga-RS.....	23
Figura 10 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Patrocínio-MG.....	24
Figura 11 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Itapeva-SP.....	24
Figura 12 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Patrocínio-MG.....	26
Figura 13 - Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Itapeva-SP.....	26
Figura 14 - Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Dourados-MS.....	27

Figura 15 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Catalão-GO.....	28
Figura 16 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Dourados-MS.....	29
Figura 17 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Catalão-GO.....	30
Figura 18 - Comparativo da produtividade de trigo entre anos específicos Neutro e "El Niño". .	30
Figura 19 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Barreiras-BA.....	31
Figura 20 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Desidério-BA.....	32
Figura 21 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Barreiras-BA.....	33
Figura 22 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Desidério-BA.....	34
Figura 23 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Miracema do Tocantins-TO.....	35
Figura 24 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Miracema do Tocantins-TO.....	36
Figura 25 – Comparativo da produtividade de soja entre anos específicos de ocorrência dos fenômenos "El Niño" e "La Niña".....	37
Figura 26 – Produtividades acima da média para as culturas de soja e trigo nas 10 cidades do estudo.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS).....	10
2.2 A CULTURA DA SOJA.....	12
2.3 A CULTURA DO TRIGO.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 INFLUÊNCIA DO ENOS NA REGIÃO SUL.....	19
4.2 INFLUÊNCIA DO ENOS NA REGIÃO SUDESTE.....	23
4.3 INFLUÊNCIA DO ENOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE.....	27
4.4 INFLUÊNCIA DO ENOS NA REGIÃO NORDESTE.....	31
4.5 INFLUÊNCIA DO ENOS NA REGIÃO NORTE.....	35
5 ESTRATÉGIAS DE MANEJO EM RELAÇÃO AOS IMPACTOS DO ENOS.....	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola é um dos principais mercados nacionais e está sempre presente na rotina de todas as famílias brasileiras. Desde o óleo da soja que utilizamos para preparar pratos deslumbrantes, até o pão e o bolo que consumimos preparados a partir da farinha do trigo, o agronegócio nos apresenta inúmeras matérias primas vegetais. No entanto, independente do mercado, as questões climáticas e ambientais sempre estão envolvidas em discussões relacionando riscos e estratégias, tanto para a população em geral e setores energéticos, quanto para evitar perdas numerosas em propriedades rurais, comprometendo a produtividade de lavouras de diferentes escalas, desde produtores familiares ou mesmo lavouras colossais.

Os recursos naturais são indispensáveis para o planeta e a água é, sem dúvidas, um dos principais que qualquer ser vivo necessita para a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento. Muitos se deixam levar por conhecimentos equivocados e acreditam em concepções onde os vegetais são seres vivos que podem nascer, crescer e se desenvolver em qualquer ambiente, entretanto todos os fatores ambientais devem ser levados em consideração, inclusive a disponibilidade hídrica e temperaturas ideais para a produção de cada cultura.

Dentre os fenômenos atmosféricos que determinam e caracterizam os padrões de distribuição de chuva no Brasil, o fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial, denominado de El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem forte influência sobre a agricultura brasileira e acontece todos os anos. Segundo Cunha (1999), os efeitos do ENOS no Brasil podem ser observados em algumas regiões, como a região Nordeste, Amazônia e região Sul e estão relacionados com a incidência de chuvas e alteração de temperaturas, entretanto, em regiões do país que apresentam muita chuva em anos de “El Niño” irão demonstrar períodos de estiagem em anos de “La Niña” e vice-versa. Fatos que afetam diretamente diversas culturas no território nacional, incluindo a soja e trigo, culturas escolhidas para realizar o presente estudo.

Para relacionar a água com a cultura da soja, Farias et al. (2007) define que, do total do peso da planta de soja, aproximadamente 90% é água, responsável não só pelos processos fisiológicos, mas também pela regulação térmica da planta, agindo tanto no resfriamento quanto no aquecimento em momentos necessários. Além disso, também nos apresenta que na safra 2004/2005, o Rio Grande do Sul teve cerca de 78% e o Paraná 23% de perdas de rendimento de grãos devido a escassez hídrica, quando comparados com a safra anterior, onde não se observou problemas de

seca. Esses dois estados foram, ainda, responsáveis por cerca de 80% das perdas totais da produção brasileira de soja na safra 2004/2005 (FARIAS et al., 2007).

A cultura do trigo, assim como outras culturas, também necessita da presença de água durante o seu ciclo seu ciclo. Pode-se constatar isso quando Castro et al. (2008) relataram que a temperatura, tipo de solo e disponibilidade de água, influenciam no número de raízes que a planta do trigo irá desenvolver. Para determinar o consumo de água pela cultura do trigo em um ciclo total de 115 dias, Libardi et al. (1997) observaram que o valor acumulado para a cultura foi de 347,20 mm, com consumo médio de 3,02 mm.dia-1. Quando ocorre estresse hídrico na cultura do trigo durante a fase de enchimento de grãos, verifica-se uma redução do índice de colheita (IC) em cerca de 19%, o que nos faz concordar com a existência da sensibilidade do trigo nesse estágio fenológico (MOREIRA et al., 1999).

Diante disso, o presente trabalho estabeleceu como problema de pesquisa a variabilidade da produtividade da soja e do trigo em relação a escassez ou falta de chuvas em território nacional. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar os principais impactos dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” na produtividade dessas culturas nas diferentes regiões do Brasil e indicar possíveis estratégias de manejo para minimizar a perda de produtividade. Para alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos foram verificar se o fenômeno ENOS interfere a produtividade de soja e trigo nas cinco regiões do Brasil, a fim de definir padrões de resposta, compreender a relação produtividade agrícola x fenômeno ENOS em diferentes regiões produtoras de soja e trigo do Brasil, bem como propor estratégias de manejo aos produtores de soja e trigo dos locais que apresentarem impactos negativos com os fenômenos “El Niño” e “La Niña”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

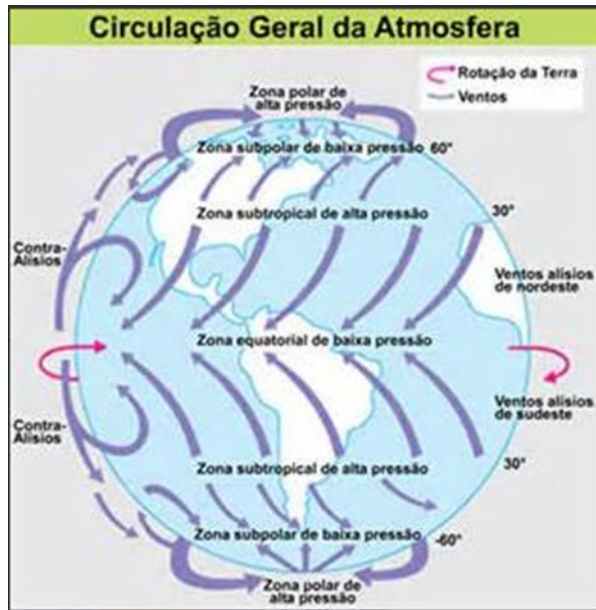
2.1 El Niño Oscilação Sul (ENOS)

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno considerado de grande escala, que consiste em mudanças de padrões de temperatura na superfície do Oceano Pacífico Tropical, simultaneamente, em Taiti, a maior ilha da Polinésia Francesa, e em Darwin, no norte da Austrália, locais onde ocorrem mudanças de padrões na pressão atmosférica. Isso ocorre porque essas regiões são consideradas os principais locais que envolvem a troca de ar entre os hemisférios leste e oeste. O “El Niño” é identificado quando há aumento da temperatura das águas na região oriental do Oceano Pacífico Tropical, ao mesmo tempo em que ocorre baixas pressões atmosféricas na região de Taiti e altas pressões atmosféricas na região de Darwin, quando estas são comparadas a valores normais. O fenômeno “La Niña” é caracterizado justamente pelo fato de ocorrer padrões inversos do “El Niño”, ou seja, quando há diminuição da temperatura das águas na região oriental do Oceano Pacífico Tropical, juntamente com pressões atmosféricas acima do normal em Taiti e abaixo do normal em Darwin. O fenômeno El Niño Oscilação Sul têm influência na circulação atmosférica e isso faz com que haja mudanças em padrões de variabilidades de temperaturas do ar e, sobretudo, a ocorrência de chuvas em várias regiões do planeta (FONTANA; BERLATO, 1997).

Os ventos alísios (Figura 1) são muito importantes para o entendimento das consequências desses fenômenos. São ventos que se deslocam para o equador a partir dos Hemisférios Norte e Sul, porém são defletidos, portanto no Hemisfério Norte se dirigem para a direita e no Hemisfério Sul para a esquerda, ambos em relação ao movimento de rotação da Terra (REBOITA et al., 2012). Então, em condições normais, os ventos alísios carregam a água quente superficial e se movimentam de leste para oeste na região equatorial, o que faz com que ocorra uma elevação no nível das águas no oeste do Oceano Pacífico, conseqüentemente uma grande diferença de temperatura entre as regiões leste e oeste deste oceano, uma vez que a leste ocorre ressurgência, onde águas frias são trazidas para a superfície. Sobre as águas quentes da região da Indonésia, há grande evaporação local, logo o ar é mais quente e úmido, o que causa a ascensão do ar na atmosfera, conseqüentemente, a formação de nuvens e incidência de chuvas. Em contrapartida, na região tropical, o ar que ascende na região da Indonésia, tende a descer sobre as águas frias do

Leste devido à alta pressão atmosférica, dessa maneira se tem pouca presença de nuvens e baixa precipitação nessa região (NOAA, 2005).

Figura 1 – Representação dos ventos alísios.



FONTE: Plantier (2013).

Segundo Cunha (1999) há cerca de 20 regiões em todo o mundo que são afetadas pelo ENOS e observa-se no Brasil algumas regiões que se inserem nessa situação. É o caso do norte da Região Nordeste, a faixa tropical do leste da Amazônia e a Região Sul. As mudanças de padrões climáticos mais consideradas nessas regiões estão relacionadas com a incidência de chuvas, apesar de que temperaturas também podem ser alteradas. Essas anormalidades aparecem, quase sempre, na mesma época do ano nessas regiões. Por exemplo, na região Sul do Brasil, habitualmente duas épocas do ano são mais afetadas quando falamos de ENOS: No início do evento, ou seja, na primavera e começo do verão, nos meses de outubro, novembro e dezembro, e no final do outono e começo de inverno, nos meses de abril, maio e junho. Nessa região geralmente se tem alta precipitação em anos de El Niño e baixa precipitação em anos de La Niña, entretanto quando, em anos específicos de El Niño, apresentam altas precipitações em uma região, anos de La Niña apresentam estiagem, isto é, ocorrem de forma inversa (CUNHA, 1999).

2.2 A Cultura da Soja

Sabe-se que a soja é a principal cultura cultivada no Brasil e tem grande importância no cenário econômico mundial. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), essa oleaginosa representa 50% da colheita de grãos e a produção na safra 20/21 pode chegar a 133,7 milhões de toneladas no Brasil, o que deve deixar o país na liderança da produção mais uma vez. O Mato Grosso é o principal produtor de soja e sua produção poderá chegar a 35,43 milhões de toneladas, um valor abaixo da safra anterior, isso porque as boas condições climáticas de 2019 não se repetiram até o momento.

A temperatura e a disponibilidade hídrica são elementos climáticos que mais afetam o desenvolvimento da cultura da soja. Farias et al. (2007) relata que a soja se adapta mais a regiões que tem temperatura por volta de 20°C a 30°C, com temperatura ideal de 30°C para o seu pleno desenvolvimento. Quando se tem temperaturas menores ou iguais a 10°C, não é recomendado o cultivo da soja, pois significa ter o seu crescimento vegetativo muito baixo ou praticamente nulo. Em contrapartida, temperaturas acima de 40°C também são prejudiciais, em consequência de gerar estragos na floração e diminuir a capacidade de retenção das vagens. Sendo assim, temperaturas acima de 13°C favorecem e induzem a floração da soja e sua maturação é favorecida por altas temperaturas, porém, se juntamente com isso, ocorrer períodos de alta umidade, a qualidade das sementes é comprometida e, por outro lado, se haver presença de baixa umidade, as sementes estarão susceptíveis a danos mecânicos na colheita. Além disso, com temperaturas baixas na fase de maturação, associadas a baixa umidade ou período chuvoso, na maioria das vezes atrasa o processo de colheita, o que acaba prejudicando o planejamento da lavoura.

Estima-se que 90% da planta de soja é constituída por água e está envolvida em uma série de reações químicas no seu interior (FARIAS et al., 2007). Segundo Gava et al. (2016), a soja é uma planta com resistência ao estresse hídrico, entretanto essa condição não deve ocorrer nos estádios críticos do ciclo da cultura. Dessa forma sempre é interessante realizar estudos em relação a déficit hídrico em distintas fases da fenologia da soja. Sabe-se que a água é, sem dúvidas, um dos principais recursos naturais que os vegetais necessitam para crescer e se desenvolver, com isso Mundstock; Thomas (2005) argumentam que a quantidade de massa produzida pela soja é modificada de acordo com a falta de água em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, além de afetar o balanço que existe entre o crescimento reprodutivo e vegetativo. A presença de água no

ciclo da soja favorece uma boa produção de sementes, entretanto se houver algum tipo de déficit hídrico, poderá causar uma forte redução na emissão de novos ramos, conseqüentemente, reduzindo o potencial número de nós que poderiam produzir sementes. Dessa forma, havendo disponibilidade hídrica no período vegetativo e falta desse recurso no período de florescimento e início da formação de sementes, a soja pode apresentar uma situação crítica à lavoura, visto que essa planta apresentará sementes de menor tamanho ou até mesmo abortamento de flores (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

2.3 A Cultura do Trigo

O Brasil foi o primeiro país das Américas a exportar trigo, fato ocorrido graças a São Paulo, Rio Grande do Sul e outras regiões, antes do surgimento da ferrugem. Por volta dos anos 1840, além das regiões Sul e Leste, o país mostrava possibilidade de produzir trigo nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, desde que se corrigisse a latitude com a altitude (CAFÉ et al, 2003).

Mingoti (2014) relata que é uma cultura com muita tradição em algumas regiões do país, porém, mesmo assim, a produção não é suficiente para o consumo dos brasileiros, por exemplo em 2012, onde a produção foi de 4,4 milhões de toneladas e o consumo foi de 10,2 milhões de toneladas, ou seja, tem-se um total de trigo importado de 5,8 milhões de toneladas, o que torna visível a dependência do mercado externo.

O trigo é cultivado no Brasil principalmente na região Centro-Sul, onde se observa o cultivo do outono ao final do inverno, período em que geralmente ocorre redução da precipitação pluvial e quando esse período de estiagem é mais prolongado, a cultura é prejudicada devido ao estresse hídrico, afetando seu crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, sua produção (MOREIRA, 1997).

A variabilidade climática é um fator muito importante para todas as culturas, inclusive para o trigo que, segundo Pascale (1974) citado por Cunha (1999), apesar de ser uma cultura que se adapta a diferentes climas, em nível mundial, sua qualidade e quantidade de rendimento podem ser afetados pelas variações meteorológicas no seu momento de crescimento. Alguns prejuízos qualitativos na cultura do trigo são ocasionados pelo excesso de chuvas justamente no período da colheita, logo pode ocorrer a germinação do trigo ainda na própria espiga, desde que ocorra a

quebra da dormência dos grãos durante a fase de enchimento por consequência das chuvas (CUNHA, 1999).

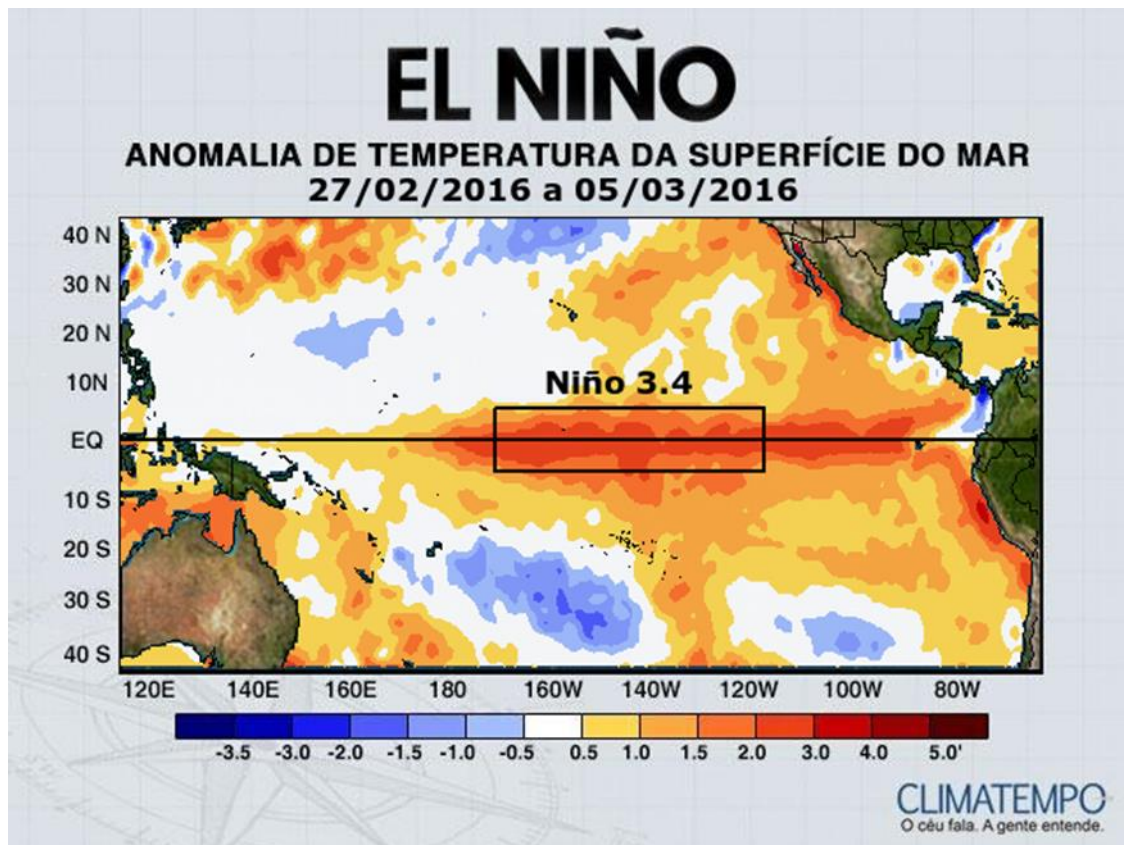
A necessidade hídrica da cultura do trigo é um fator muito importante a ser levado em consideração. Segundo Moreira (1997), o estresse hídrico no trigo pode gerar numerosos efeitos na produção de grãos e dependem da duração desse estresse e o estágio de desenvolvimento da planta, e se isso ocorrer no final da fase vegetativa, o desenvolvimento da espiga é muito comprometido. Para Oosterhuis; Cartwright (1983) e Meckel et al. (1984) citados por Moreira (1997), o estresse hídrico no trigo pode gerar grandes efeitos, principalmente na produção de grãos, como a redução no número de grãos por espiga e aborto do embrião no início de enchimento do grão. Sabendo disso, Moreira (1997) ainda apresenta que “diante dessa situação, percebe-se que para estimar produção de trigo deve-se considerar, entre outros fatores, o efeito do estresse hídrico em diferentes estádios fenológicos na produtividade do trigo”.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada de caráter descritivo, que visa estudar os principais impactos dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” na produtividade de soja e trigo nas diferentes regiões do Brasil e indicar possíveis estratégias de manejo para minimizar a perda de produtividade. As culturas escolhidas se justificam, principalmente, pelo fato de obter os resultados para uma cultura de verão e outra de inverno, dessa forma há uma grande relevância dos resultados, visto que obteve-se informações para todos os períodos no ano.

Os resultados serão apresentados de forma qualitativa e quantitativa, a partir da coleta de informações de fontes secundárias, incluindo o NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) que contém dados que nos mostra a ocorrência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” no intervalo de 30 anos, de 1989 a 2019, e suas respectivas implicações em relação à temperatura, onde são classificados dependendo da intensidade da variação da temperatura registrada no ano (Figura 3). O Oceanic Niño Index (ONI) tornou-se o padrão de usos NOAA para a identificação de “El Niño” (quente) e “La Niña” (frio), eventos no Pacífico tropical. É a anomalia de SST (Temperatura na Superfície do Oceano) média de 3 meses em execução para a região Niño 3.4 (Figura 2). Os eventos são definidos como 5 períodos consecutivos de sobreposição de 3 meses ou acima da anomalia de $+0,5^{\circ}\text{C}$ para eventos de calor (El Niño) ou abaixo da anomalia de $-0,5^{\circ}$ para o frio (La Niña). O limite é subdividido em eventos Fracos (com uma anomalia de 0,5 a 0,9 SST), Moderados (1,0 a 1,4), Fortes (1,5 a 1,9) e eventos Muito Fortes ($\geq 2,0$).

Figura 2 – Representação dá área do Niño 3.4, local onde são identificadas anomalias de temperaturas na superfície do mar.



FONTE: Pegorim (2016).

Para analisar os impactos do “El Niño” e “La Niña” em âmbito brasileiro, o SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) foi utilizado para obter dados das produtividades de soja e trigo de 10 cidades do Brasil, consistindo em 2 cidades para cada região do país, escolhidas em virtude da importância das mesmas na produção das culturas determinadas, bem como na distribuição geográfica, a fim de caracterizar uma gama de regiões produtoras do Brasil (Figura 4).

Figura 3 – Classificação do ENOS em El Niño Fraco (WE), El Niño Moderado (ME), El Niño Forte (SE), El Niño Muito Forte (VSE), La Niña Fraco (WL), La Niña Moderado (ML) e La Niña Forte (SL), junto a variabilidade na temperatura entre os anos 1989 e 2019.

SL	1988-1989	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4
	1989-1990	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
	1990-1991	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6
SE	1991-1992	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7
	1992-1993	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6
	1993-1994	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
ME	1994-1995	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0
ML	1995-1996	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3
	1996-1997	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2
VSE	1997-1998	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1
SL	1998-1999	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0
SL	1999-2000	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6
WL	2000-2001	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1
	2001-2002	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7
ME	2002-2003	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2
	2003-2004	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
WE	2004-2005	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1
WL	2005-2006	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.0
WE	2006-2007	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.4
SL	2007-2008	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5
WL	2008-2009	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4
ME	2009-2010	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6
SL	2010-2011	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4
ML	2011-2012	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1
	2012-2013	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3
	2013-2014	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2
WE	2014-2015	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2
VSE	2015-2016	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1
WL	2016-2017	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3
WL	2017-2018	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0
WE	2018-2019	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5

FONTE: Pegorim (2016).

Os dados deste estudo foram coletados, analisados e transformados em uma série de gráficos utilizando o Microsoft Excel, separados por cultura, cidade e região, para maior facilidade de visualização, interpretação e discussão das informações contidas neles, importantes para estabelecer conclusões mais concretas em relação a influência do ENOS.

Como a cultura do trigo, historicamente, se adapta melhor em regiões de clima temperado com temperaturas mais baixas, os dados da sua produtividade estão ausentes nas cidades de Gurupi – TO e Miracema do Tocantins – TO, na região Norte, e região Nordeste estão disponíveis apenas a partir do ano de 2015 para Barreiras e 2016 para São Desidério, ambas na Bahia.

Figura 4 – Cidades escolhidas por Região do Brasil e suas respectivas culturas estudadas neste presente trabalho.

REGIÃO	CIDADES	CULTURAS
Norte	Miracema do Tocantins-TO	Soja
	Gurupi-TO	
Nordeste	Barreiras-BA	Soja e Trigo
	São Desidério	
Centro-Oeste	Dourados-MS	Soja e Trigo
	Catalão-GO	
Sudeste	Patrocínio-MG	Soja e Trigo
	Itapeva-SP	
Sul	Cruz Alta-RS	Soja e Trigo
	São Luiz Gonzaga-RS	

FONTE: Do Autor (2021).

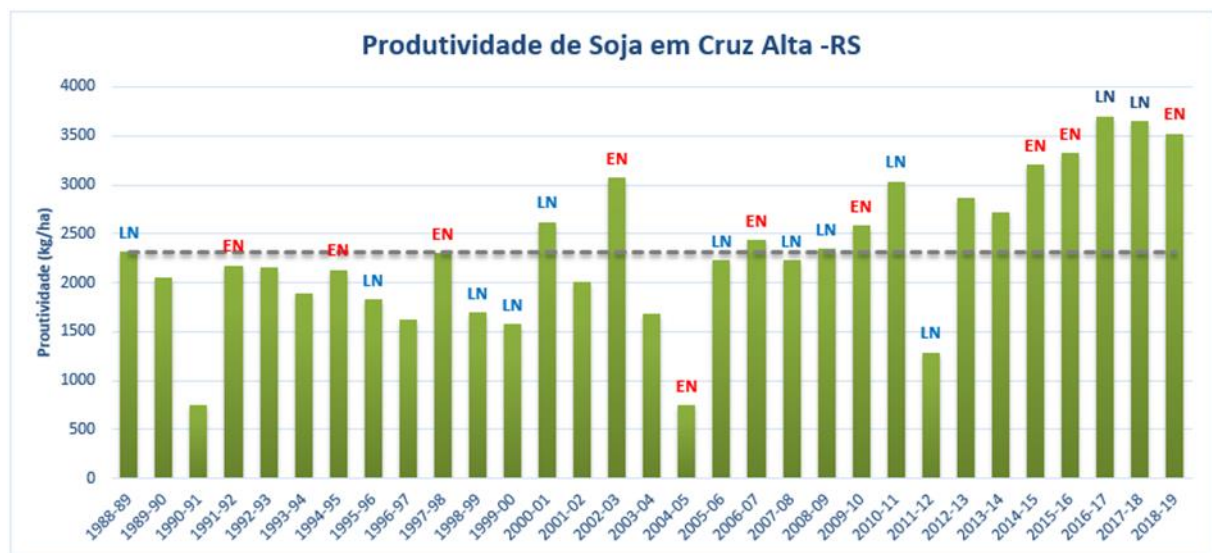
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico temos os resultados de pesquisa envolvendo a influência desse fenômeno nas culturas da soja e do trigo nas respectivas cidades escolhidas de norte a sul do Brasil. Serão apresentados e discutidos uma série de gráficos, separados por regiões e cidades, a fim de verificar a influência desses fenômenos. As barras verticais representam a produtividade de cada ano e a linha tracejada representa a média de produtividade dentre todos os anos inseridos.

4.1 Influência do ENOS na região sul

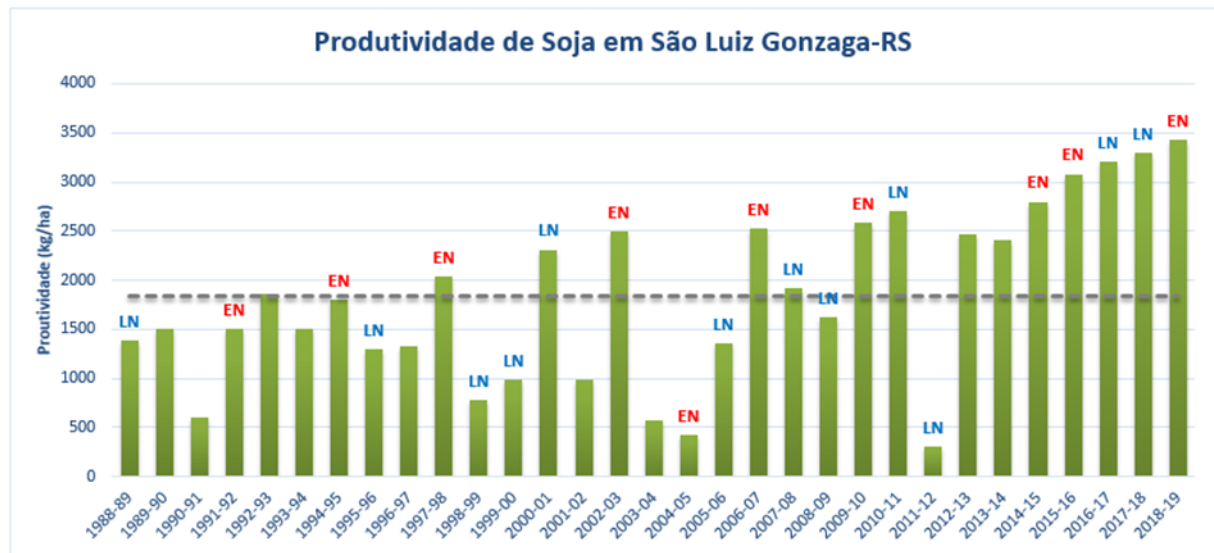
Nas Figuras 5 e 6 estão apresentados os dados de produtividade de soja e as respectivas classificações do ENOS para a série de dados nas duas cidades escolhidas, representantes da região sul do Brasil.

Figura 5 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Cruz Alta-RS.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 6 - Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Luiz Gonzaga-RS.



FONTE: Do Autor (2021).

Para os dados das cidades Cruz Alta-RS e São Luiz Gonzaga-RS, no período selecionado, observou-se uma produtividade média de soja de 2315 kg/ha e 1839 kg/ha, respectivamente. Em 60% dos anos de ocorrência do “El Niño”, a produtividade de soja foi maior do que a produtividade média em Cruz Alta-RS, fato que também ocorreu em São Luiz Gonzaga-RS, onde a produtividade da soja acabou sendo maior que a média em 70% dos anos de “El Niño”. Para os anos que registraram a ocorrência do evento “La Niña”, ambas as cidades apresentaram resultados idênticos, sendo apenas 42% dos anos produzindo acima das médias, entretanto, a Figura 7 destaca, em São Luiz Gonzaga, uma produtividade extremamente abaixo da média na safra 2011/12, o que pode indicar uma influência muito forte do “La Niña” na cultura da soja na região neste ano.

Figura 7 - Comparativo da produtividade de soja entre anos específicos de ocorrência dos fenômenos "El Niño" e "La Niña".



FONTE: Do Autor (2021).

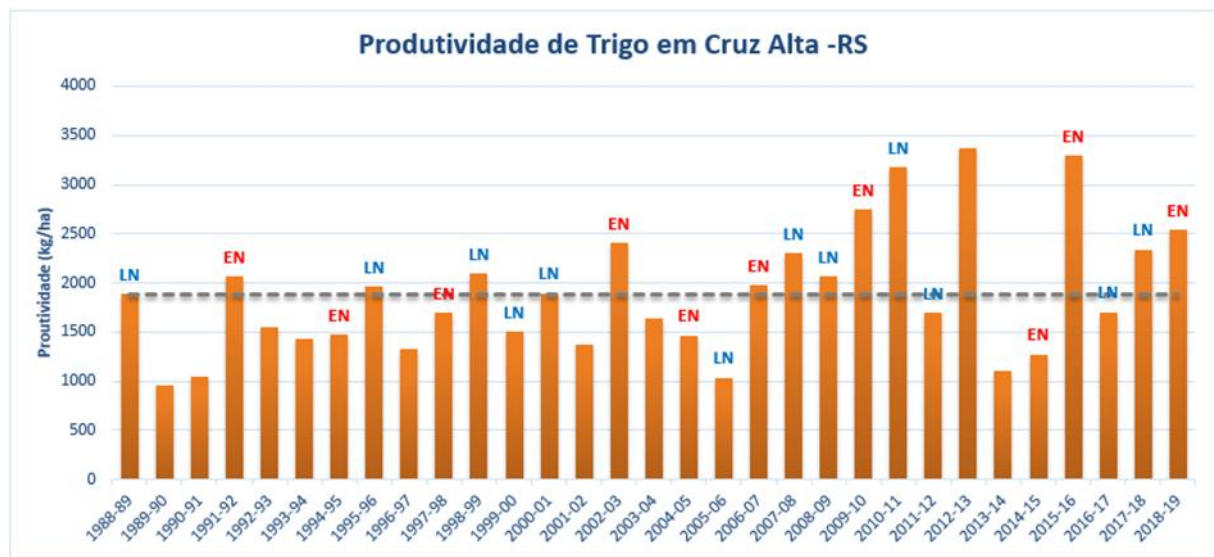
Em anos neutros os elementos também não diferem, apresentando somente 22% dos anos produzindo acima das médias nas duas cidades. Essa resposta está relacionada ao padrão e volume de chuvas em anos de “El Niño” e “La Niña”, sendo que para a região Sul do Brasil se observa um volume de chuvas acima da média em anos de “El Niño”, o que justifica a maior produtividade observada nestes anos. Ainda, foi possível observar que os anos Neutros resultaram em menor produtividade. Isso pode estar relacionado com a irregularidade na distribuição e ocorrência das chuvas.

Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Cunha (1999), onde verificaram um excesso de chuvas que ocorre em anos de “El Niño”, como ocorreu em 1997/98 e, conseqüentemente, a falta de chuvas em anos de “La Niña”, como percebeu-se em 1998/99, na região sul.

Para a cultura do trigo (Figuras 8 e 9) foi possível observar que os valores de produtividade média para Cruz Alta-RS e São Luiz Gonzaga-RS foram, respectivamente, 1883 kg/ha e 1950 kg/ha. Na região sul, para a cultura do trigo, o que chamou a atenção foi o comportamento da gramínea em ambas as cidades para anos neutros, onde apresentou produtividade acima da média apenas em 2012/13, o que representa somente 11%, entretanto, esta foi a maior produtividade registrada para Cruz Alta, nos levando a entender que, apesar dos resultados do estudo, sempre

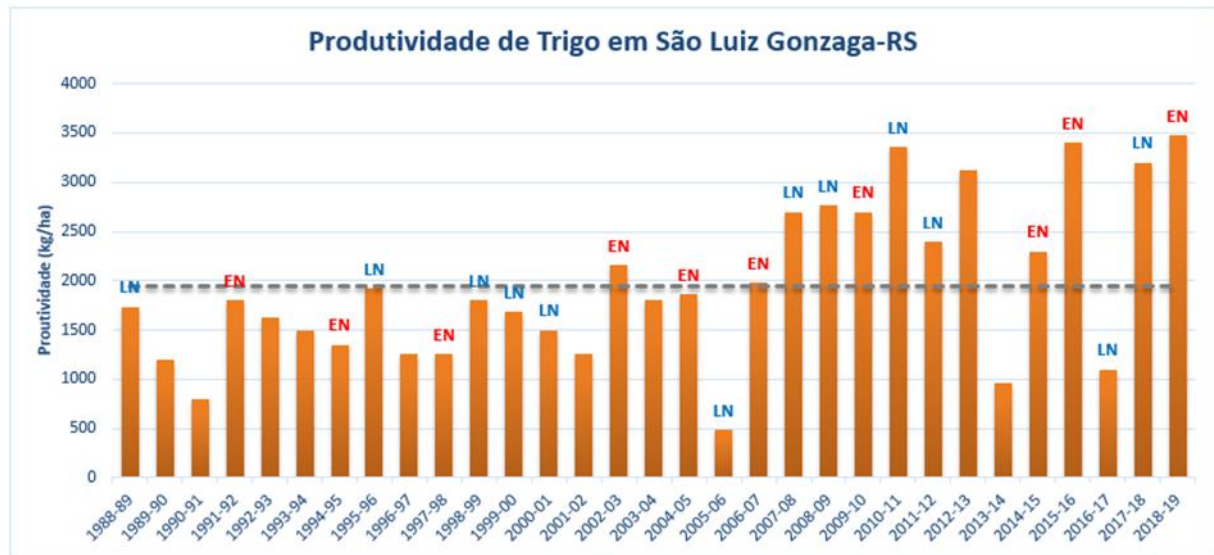
poderá haver exceções em função de outros fatores, ambientais ou não. Considerando a ocorrência de “El Niño” nessas três décadas, a sua influência na cultura do trigo se assemelha a cultura da soja, obtendo uma produtividade maior que a produtividade média em 60% dos anos, tanto em Cruz Alta, quanto em São Luiz Gonzaga. Quando se verificou a ocorrência do “La Niña” durante esse período, a cidade com menos produtividades acima da média foi São Luiz Gonzaga, que atingiu uns valores acima de 1950 kg/ha em 42% dos anos. Em contrapartida, Cruz Alta conseguiu superar a produtividade média em 50% dos anos de “La Niña”.

Figura 8 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Cruz Alta-RS.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 9 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Luiz Gonzaga-RS.

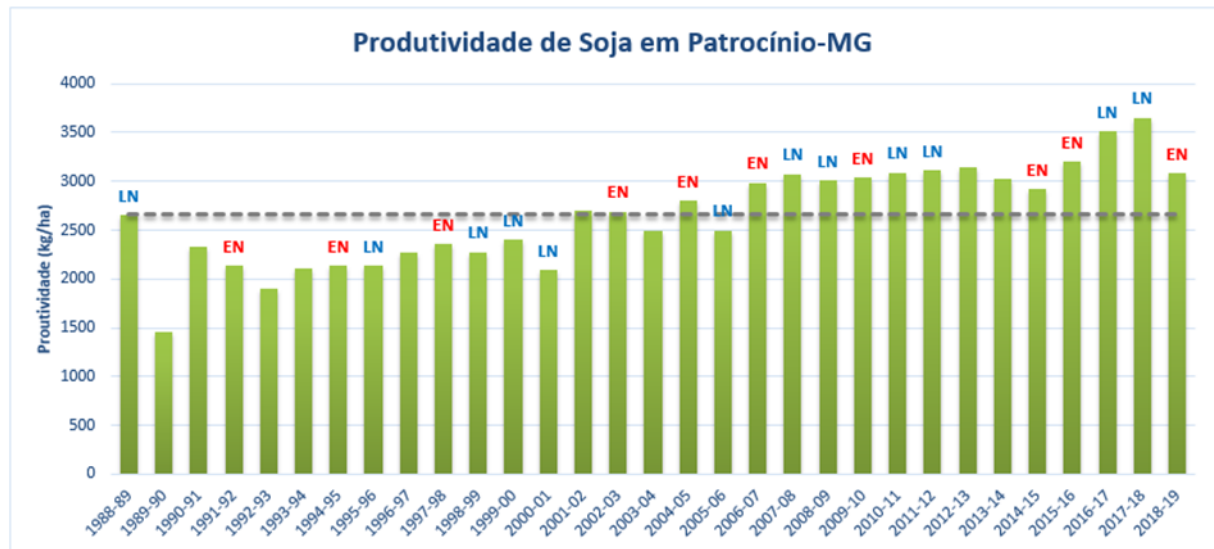


FONTE: Do Autor (2021).

4.2 Influência do ENOS na região sudeste

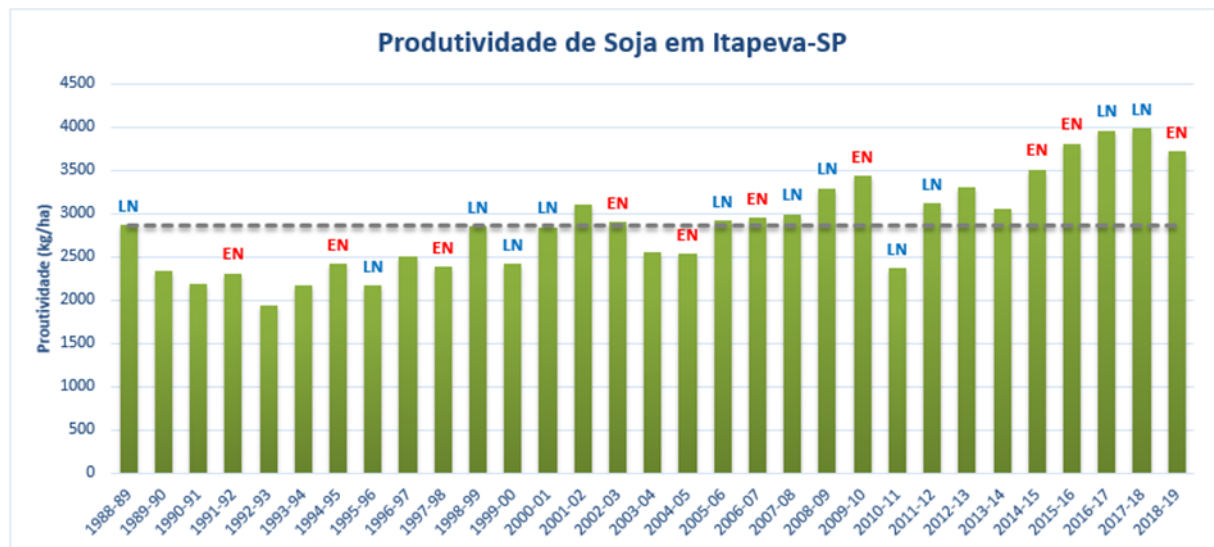
Nas Figuras 10 e 11 estão representados os dados de produtividade de soja para a região sudeste do país, bem como a classificação do ENOS em cada ano, para as cidades de Patrocínio-MG e Itapeva-SP.

Figura 10 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Patrocínio-MG.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 11 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Itapeva-SP.



FONTE: Do Autor (2021).

Dentre todas, a região sudeste foi a que apresentou as maiores médias de produtividade para a cultura da soja neste estudo, sendo 2656 kg/ha em Patrocínio-MG e 2869 kg/ha em Itapeva-SP. Nos anos de ocorrência de “El Niño”, o comportamento da soja nessa região foi satisfatório,

apresentando produtividade acima da média em 70% dos anos em Patrocínio-MG e 60% em Itapeva-SP. A produtividade da cultura em anos de “La Niña” pode ser considerada regular, se comparada com a região sul, por exemplo, visto que em 12 anos específicos da ocorrência do fenômeno, 6 deles a produtividade foi acima da média em ambas as cidades, isto é, 50%. Em anos neutros as consequências se repetem para a soja na região sudeste, apresentando apenas 33% da sua produtividade acima da média nesse tipo de cenário.

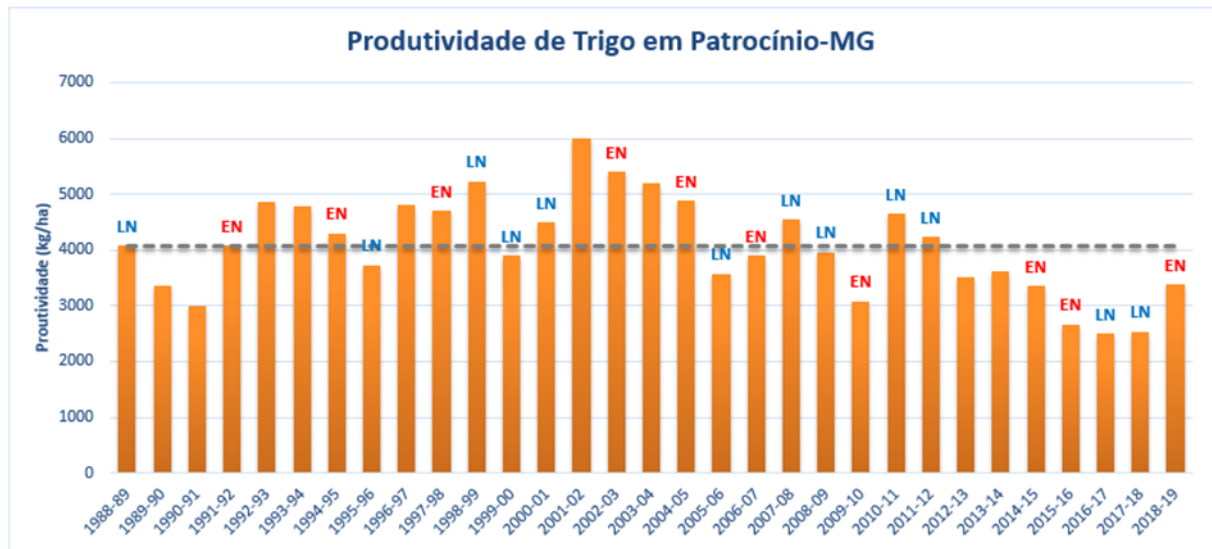
Ao decorrer dos anos, percebeu-se um aumento na produtividade da soja considerável até os dias de hoje, além de maiores valores em anos de “El Niño”, uma situação que Ferreira (2006) relata poder estar associado ao aumento da capacidade competitiva da soja, avanços da ciência e disponibilidade de tecnologias inéditas ao setor produtivo, fazendo com que as chuvas, mais frequentes em anos de “El Niño”, possam ser aproveitadas com mais eficiência.

Apesar do trigo ser uma cultura de inverno que, ao longo dos anos, foi vista como melhor adaptada à região sul, a média de produtividade registrada entre os anos 1989 e 2019 na cidade de Patrocínio-MG apresentou 4075 kg/ha, superando as cidades de Cruz Alta e São Luiz Gonzaga, ambas no Rio Grande do Sul, apesar de que o ENOS pôde, ainda, ter influência, registrando produtividades acima da média em 40% dos anos de “El Niño” e 42% nos anos de “La Niña”. Por outro lado, em anos neutros, Patrocínio apresentou produtividades razoáveis, com 56% dos anos acima da média, destacando-se a safra 2001/02, com produtividade de 6000 kg/ha, o que pode estar relacionado com algum acontecimento favorável, de caráter natural ou não, ocorrido neste ano específico.

Na década de 2010, em Patrocínio, percebeu-se uma queda acentuada na produtividade em relação à década de 2000, uma situação que nos faz supor diversas consequências para o fato, como a diminuição na concentração de esforços para a cultura do trigo nessa região, visto que a produtividade de soja estava em alta, a incidência de alguma doença ou praga nessa região ou até mesmo o manejo inadequado e insuficiente nesse período para resultar o decréscimo da produtividade.

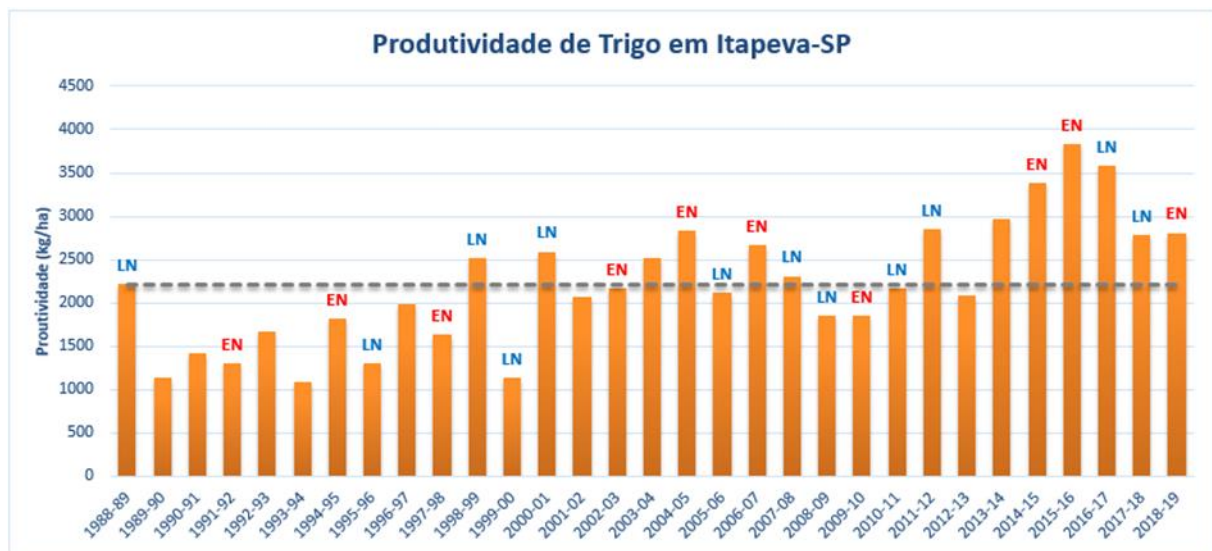
Já a cidade de Itapeva-SP apresentou uma produtividade média de 2213 kg/ha desde 1989 até 2019 para a cultura do trigo. Em anos neutros, ao contrário de Patrocínio, Itapeva teve um desempenho inferior, registrando 78% desses anos com uma produtividade abaixo da média, no entanto a influência do “El Niño” e “La Niña” na produtividade do trigo indicou 50% de produtividade acima da média nos dois fenômenos para a cidade paulista.

Figura 12 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Patrocínio-MG.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 13 - Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Itapeva-SP.

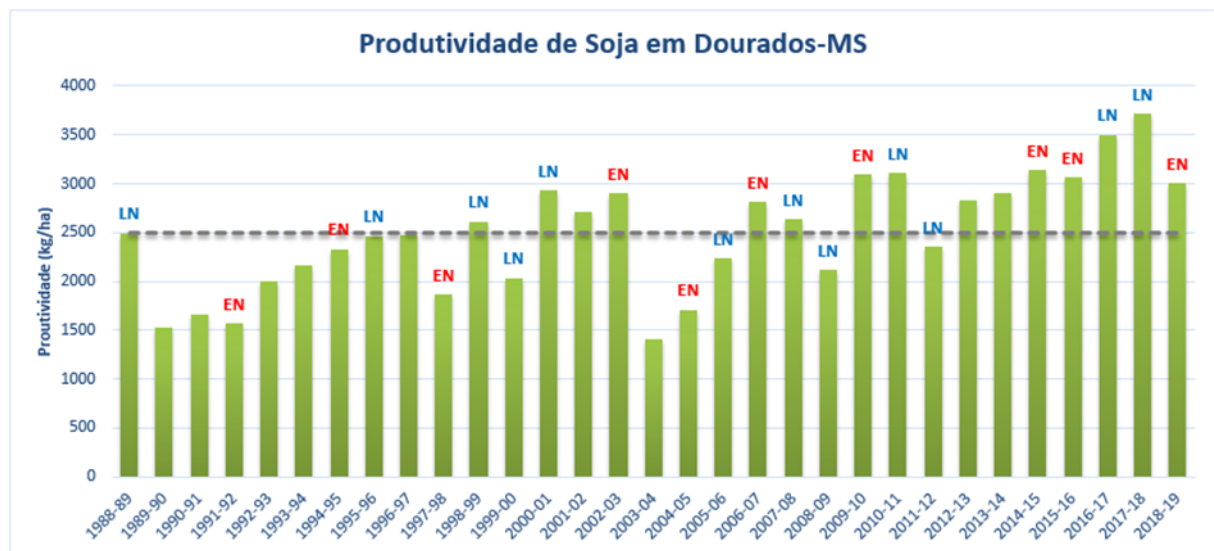


FONTE: Do Autor (2021).

4.3 Influência do ENOS na região centro-oeste

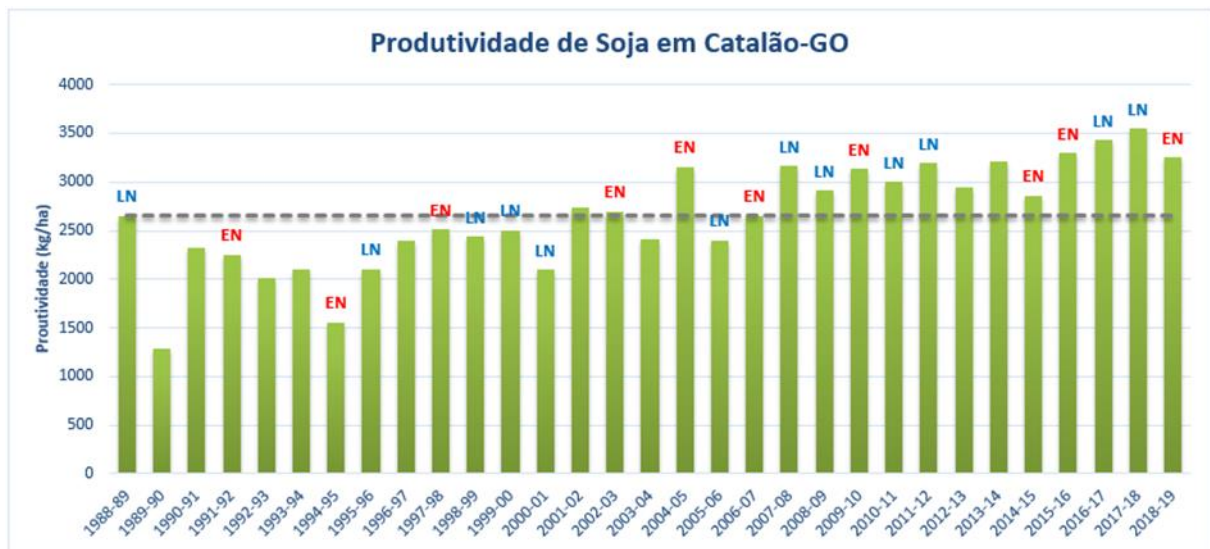
As figuras 14 e 15 representam os dados das produtividades de soja entre os anos 1989 e 2019 na região centro-oeste, nas cidades de Dourados-MS e Catalão-GO, como também as respectivas classificações do ENOS.

Figura 14 - Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Dourados-MS.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 15 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Catalão-GO.



FONTE: Do Autor (2021).

Analisando os gráficos pode-se considerar que a influência do ENOS também teve sua importância, assim como nas regiões sul e sudeste, já que, em Dourados-MS, nas ocorrências do evento “El Niño”, obteve-se produtividade acima da média em 60% dos anos, isto é, maior que 2496 kg/ha. Em Catalão-GO, a situação se repete, registrando os mesmos 60% dos anos do fenômeno acima da média de produtividade, desta vez maior que 2654 kg/ha.

Estes valores evidenciam a alta tecnologia presente nesta região do Brasil, implementando estratégias pontuais que se mostram aproveitar melhor a presença das chuvas em anos de “El Niño”, além destes fatores também colaborarem para um crescimento e manutenção das altas produtividades ao longo dos anos, fazendo da região centro-oeste uma referência na produção da cultura da soja.

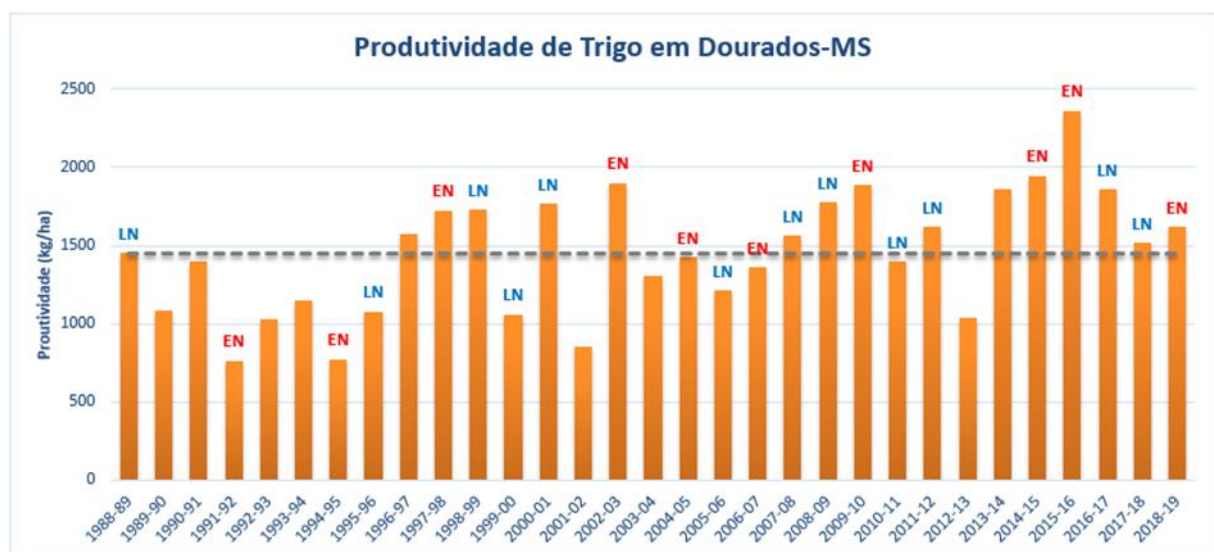
Tanto Dourados, como Catalão apresentaram 6 anos de maior produtividade em relação às suas médias em anos de “La Niña”, o que representa 50% dos anos do evento. Por sua vez, os anos neutros apresentaram uma baixa em relação à produtividade da soja no centro-oeste, fazendo com que a cultura superasse a produtividade média em apenas 33% dos episódios.

A influência do ENOS na produtividade da cultura do trigo foi interessante para a região centro-oeste entre 1989 e 2019 (Figuras 16 e 17) e, para entendermos melhor, devemos considerar a produtividade média para cada cidade, calculada em 1454 kg/ha para Dourados e 4864 kg/ha para

a cidade de Catalão, produtividade esta marcada por ser a maior dentre todas as cidades escolhidas neste estudo para a cultura do trigo no intervalo completo. Em Dourados, o evento “El Niño” pode ser considerado benéfico, levando em consideração que em 70% dos anos do acontecido a produtividade do trigo superou a média de 1454 kg/ha, e para superar a produtividade média de Catalão, o “El Niño” também mostrou-se contribuir, registrando essa meta em 60% dos seus anos de ocorrência. Por outro lado, o “La Niña” desta vez surpreendeu e, em 58% dos seus anos de acontecimento, o trigo apresentou uma superioridade em relação a produtividade média para as duas cidades designadas. Para anos neutros, Dourados e Catalão não são favorecidos, entretanto a cidade goiana foi menos influenciada e conseguiu superar a média de produtividade em 44% dos anos neutros, enquanto Dourados apresentou somente 22% dos anos do evento acima da média.

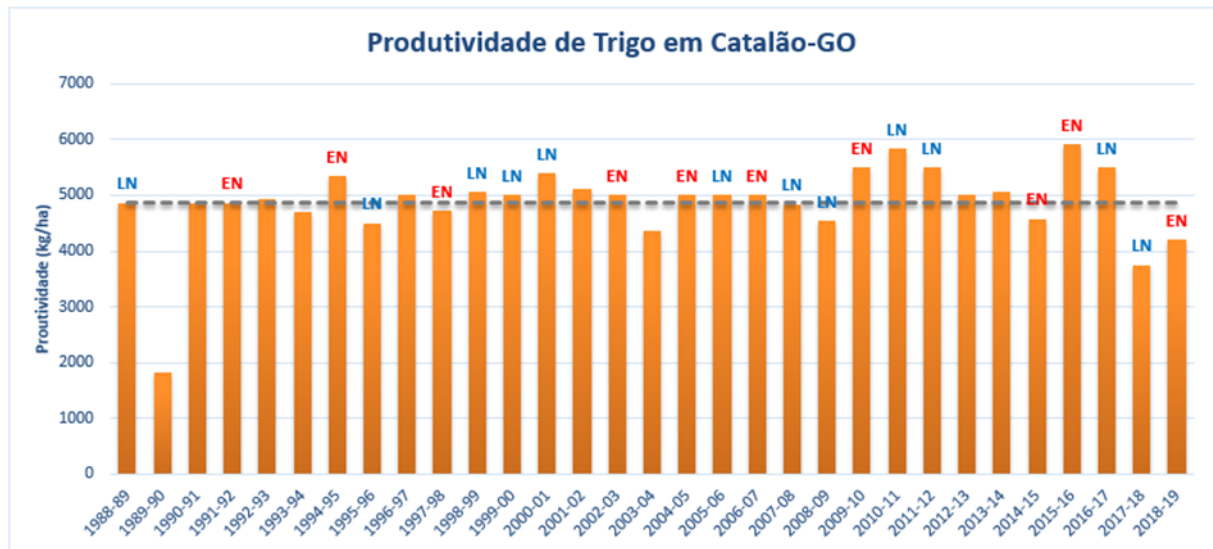
A região centro-oeste se destaca mais uma vez com fatos que mostram que a tecnologia empregada na região faz toda diferença para se alcançar elevadas produtividades, desta vez para o trigo, como mostra a produtividade média de Catalão-GO, a maior média neste presente estudo, além de ser capaz de aproveitar as chuvas e condições ambientais de ambos os fenômenos, tanto o “El Niño”, como o “La Niña”, atingindo vários anos de produtividade acima da média.

Figura 16 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Dourados-MS.



FONTE: Do Autor (2021).

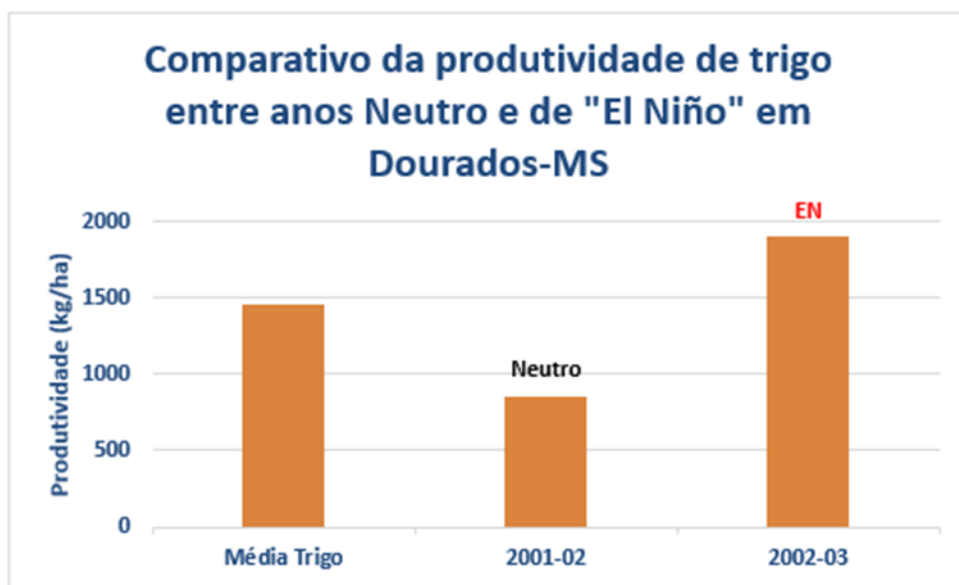
Figura 17 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Catalão-GO.



FONTE: Do Autor (2021).

A comparação que a figura 18, mostra ao apresentar as produtividades do trigo em 2001/02 e 2002/03 reforçam ainda mais as condições que os anos Neutros oferecem em relação a anos de “El Niño” na cidade de Dourados-MS.

Figura 18 - Comparativo da produtividade de trigo entre anos específicos Neutro e "El Niño".

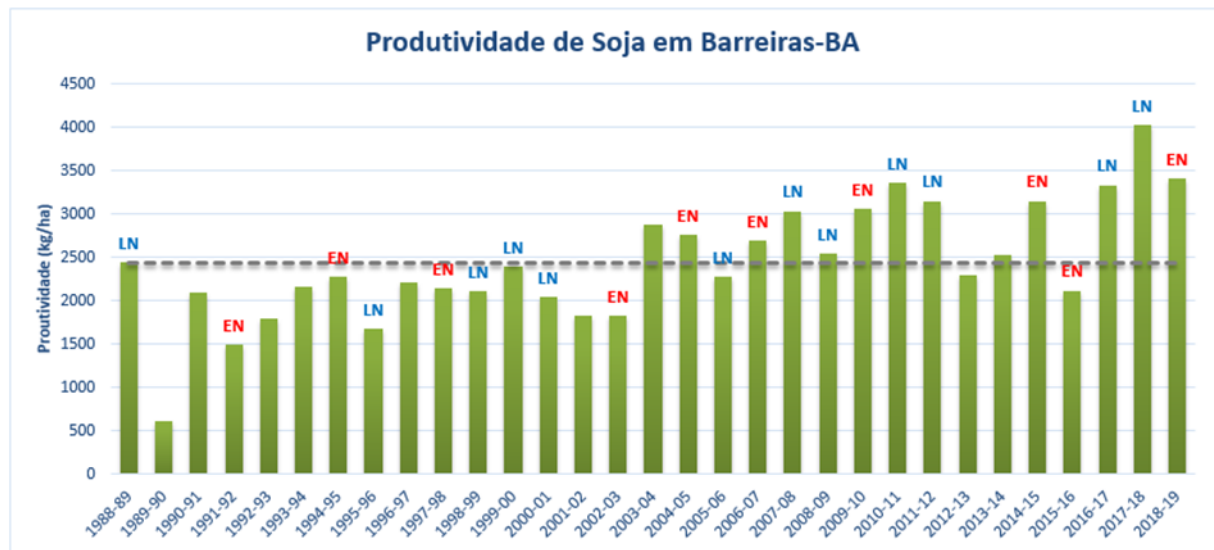


FONTE: Do Autor (2021).

4.4 Influência do ENOS na região nordeste

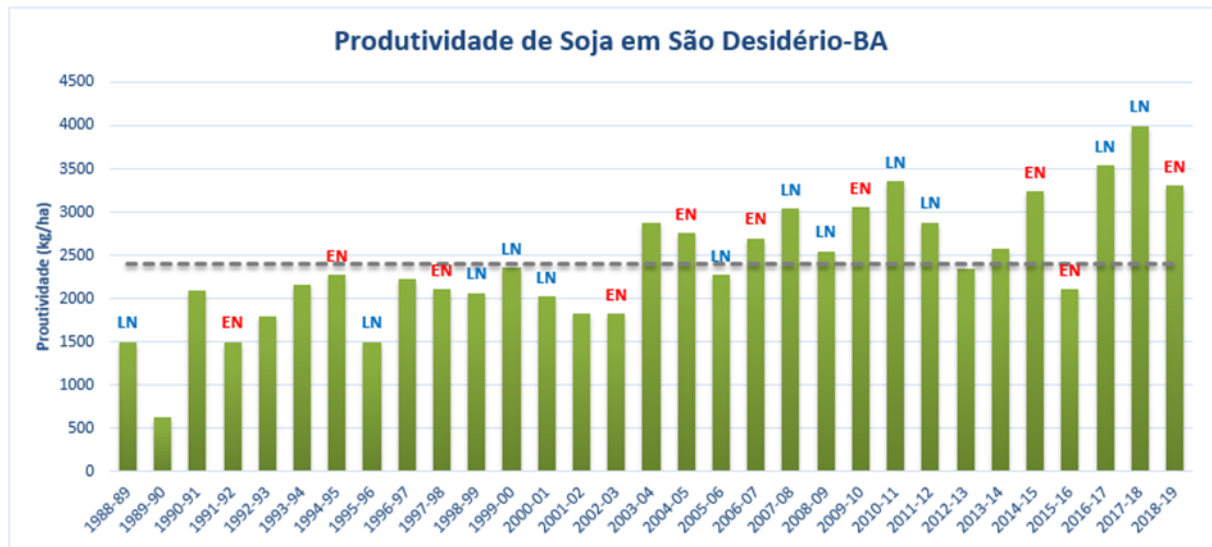
Os gráficos contendo os dados da região nordeste (Figuras 19 e 20) para a cultura da soja nas cidades de Barreiras e São Desidério, ambas na Bahia, revelam alguns aspectos interessantes para a leguminosa.

Figura 19 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Barreiras-BA.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 20 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Desidério-BA.



FONTE: Do Autor (2021).

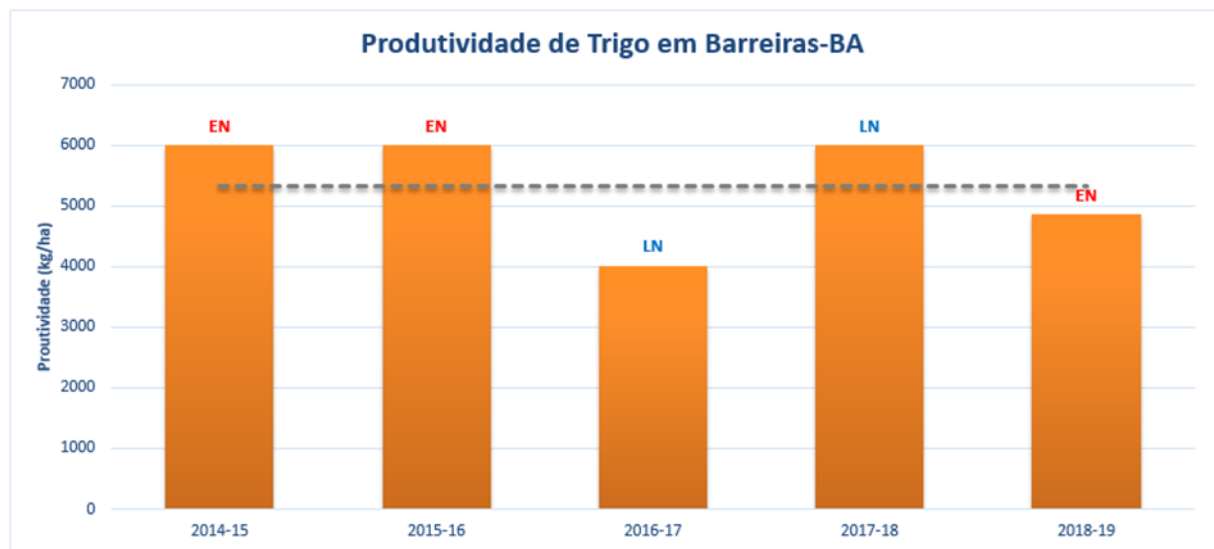
Por serem duas cidades muito próximas uma da outra, os dados obtidos são muito próximos, mas não idênticos. Apesar disso, Barreiras e São Desidério foram escolhidas pelo motivo principal de apresentarem dados registrados interessantes que puderam representar a região nordeste para este estudo. Em Barreiras, a produtividade média de soja ao longo destes anos foi de 2445 kg/ha, enquanto que em São Desidério esse valor foi um pouco inferior, 2404 kg/ha. Ainda que as produtividades médias das cidades em questão foram um pouco distintas, a influência do ENOS foi idêntica para ambas, mostrando que, tanto em anos de “El Niño”, quanto em anos de “La Niña”, a produtividade da leguminosa superou a média calculada em 50% dos anos desses eventos. Quando não foi registrado eventos “El Niño” ou “La Niña”, ou seja, em anos neutros, Barreiras e São Desidério também tiveram a mesma resposta de influência, apresentando produtividade acima da média em apenas 22% dos anos neutros.

Percebe-se uma crescente na produção da soja nessa região ao decorrer dos anos, que percebe-se já na pesquisa realizada por Santos (2002), mostrando que esta microregião vem, desde anos anteriores, se desenvolvendo nesse negócio. Em 1980, a participação era de 26% na produção total de grãos da Bahia, enquanto em 1985 esse valor aumentou para cerca de 31% e, finalmente, em 1995 a região começou a se especializar em grãos, chegando a incrível marca de 65% de colaboração na produção de grãos da Bahia, incluindo, além da soja, arroz, feijão e milho,

aumentando seus esforços em relação ao manejo, envolvendo grandes projetos de irrigação que podemos presenciar até os dias de hoje, evitando comprometer a produtividade em anos com regime de chuvas abaixo do normal.

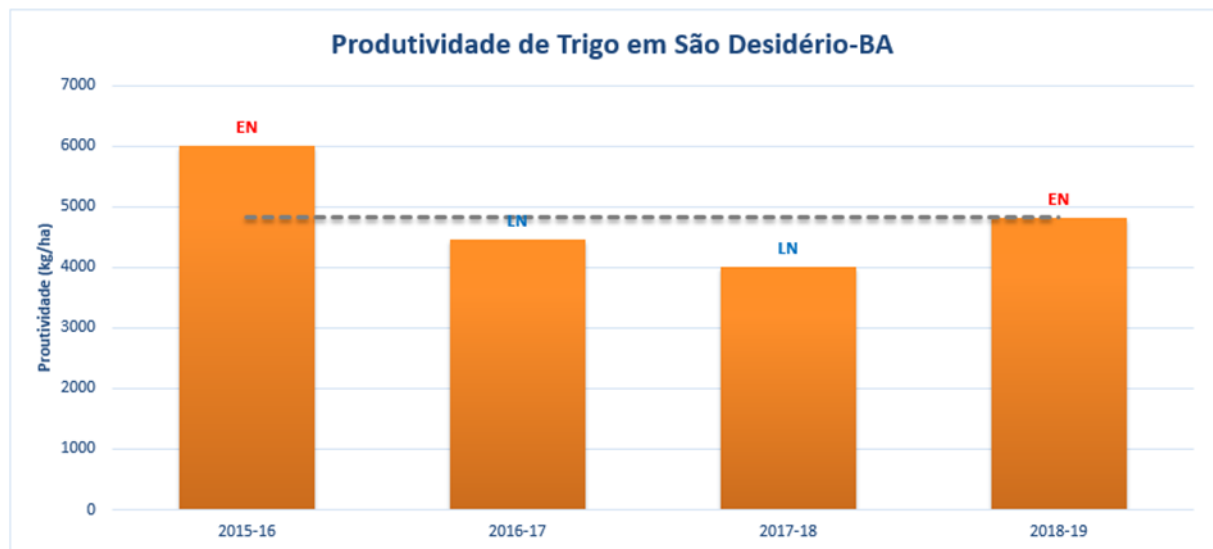
A cultura do trigo também tem sua importância na região nordeste, sabendo disso, as figuras 21 e 22 contêm os dados obtidos para as cidades determinadas representantes da região nordeste.

Figura 21 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Barreiras-BA.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 22 – Produtividade de trigo em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de São Desidério-BA.



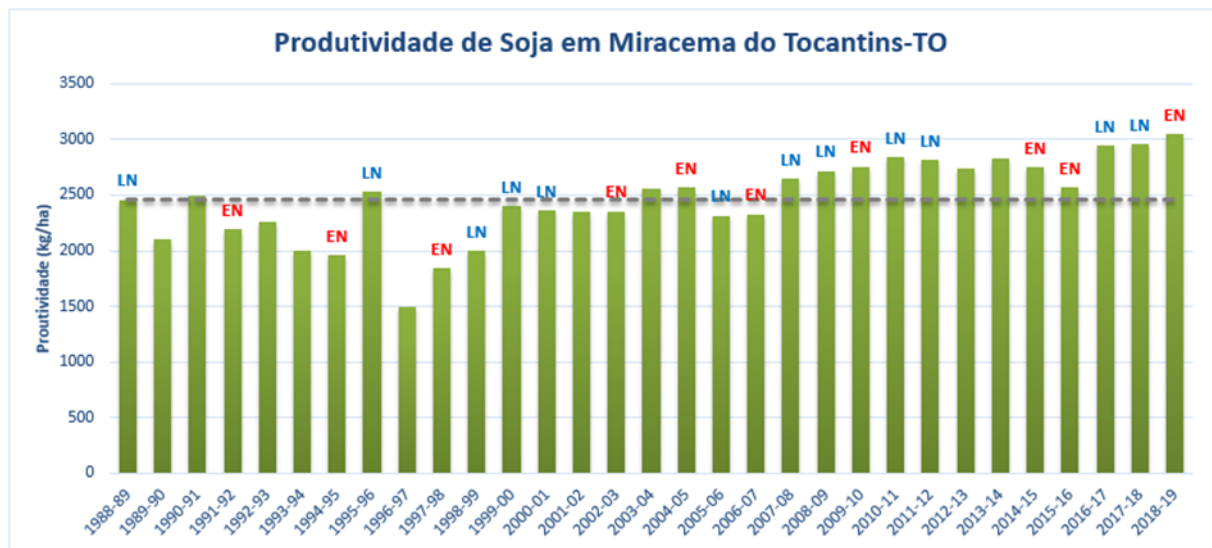
FONTE: Do Autor (2021).

Para a cultura do trigo, somente há registros de produtividade no SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) a partir da safra 2014/15 em Barreiras-BA, e 2015/16 em São Desidério-BA, o que leva-nos a entender que o cultivo do trigo pode ter se iniciado a partir desses anos. Nesse período há a ausência de anos neutros, contudo presenciou-se anos de “El Niño” e “La Niña”. Em Barreiras, a média de produtividade dos 5 anos foi de 5337 kg/ha, onde 2, dos 3 anos de “El Niño” conseguiu ter produtividade maior do que essa, representando 67%, enquanto em anos de “La Niña”, dos 2 anos ocorridos, apenas em 2017/18 a produtividade foi superior a média. Em São Desidério, nenhum ano do evento “La Niña” superou a produtividade média de 4821 kg/ha, enquanto em 2015/16, quando ocorreu “El Niño”, a produtividade foi acima da média.

4.5 Influência do ENOS na região norte

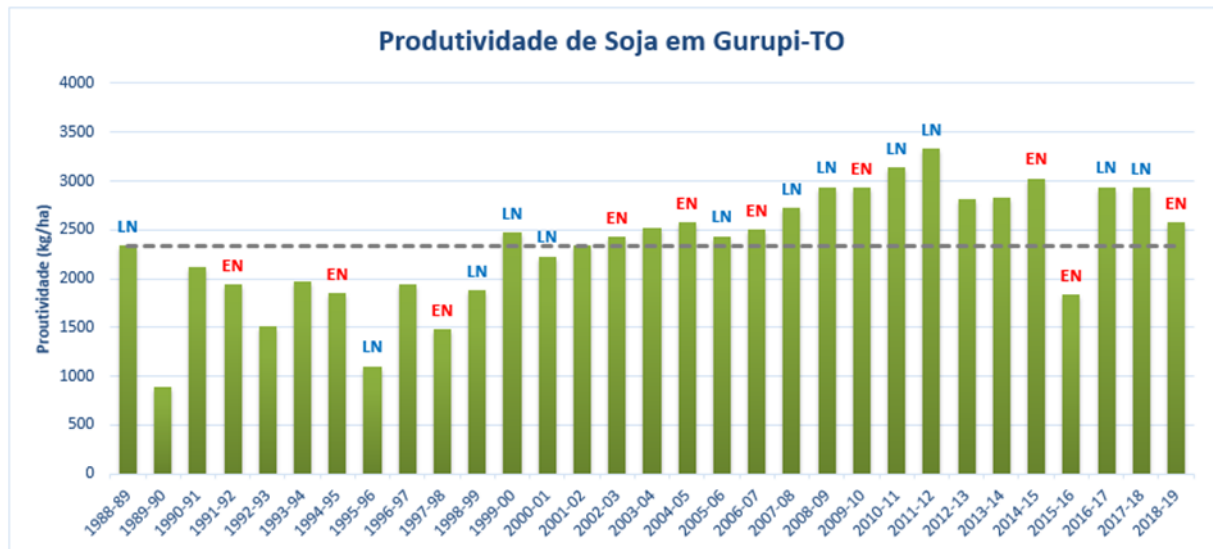
Como citado anteriormente, os dados para a região norte foram obtidos apenas para a cultura da soja, deixando a cultura do trigo ausente para esta região. As cidades escolhidas foram Miracema do Tocantins-TO e Gurupi-TO, apresentando seus respectivos dados nas figuras 23 e 24.

Figura 23 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Miracema do Tocantins-TO.



FONTE: Do Autor (2021).

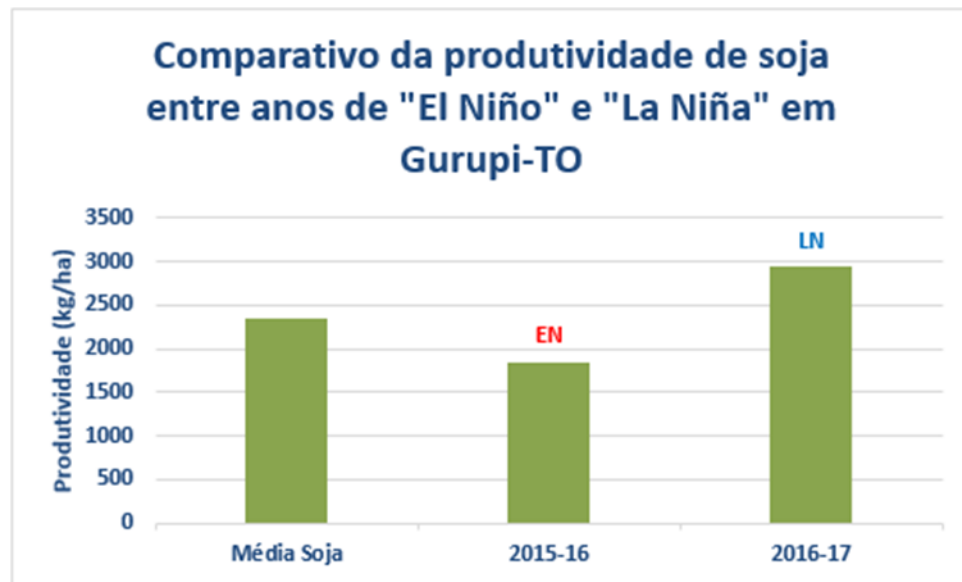
Figura 24 – Produtividade de soja em anos de “El Niño”, “La Niña” e Neutro, entre os anos 1989-2019 na cidade de Miracema do Tocantins-TO.



FONTE: Do Autor (2021).

Apesar da região norte do país não ser considerada uma referência para a cultura da soja, os valores de produtividade apresentaram médias de 2457 kg/ha em Miracema do Tocantins, e 2340 kg/ha em Gurupi. Para esta região de menor latitude, o “La Niña” teve influência um pouco mais favorável para a cultura da soja, o que nos faz observar uma produtividade acima da média em 58% dos anos do evento em Miracema, e melhor ainda em Gurupi, onde 67% dos anos do ocorrido a soja teve produtividade superior a média. Em contrapartida, o evento “El Niño” mostrou-se menos influente que o anterior, fazendo com que a soja produzisse acima da média em 50% dos anos em Miracema e em 60% dos anos em Gurupi, cidade está que levou uma ligeira desvantagem em anos neutros, apresentando apenas 33% desses anos com produtividade maior que 2340 kg/ha, enquanto em Miracema a produtividade superou 2457 kg/ha em 44% desse tipo de situação. A Figura 25 evidencia a influência na produtividade de soja para esta região em anos de “La Niña”, quando compara as produtividades das safras 2015/16 (“El Niño”) e 2016/17 (“La Niña”).

Figura 25 – Comparativo da produtividade de soja entre anos específicos de ocorrência dos fenômenos "El Niño" e "La Niña".



FONTE: Do Autor (2021).

A partir dessas análises, constata-se que o evento “La Niña” favoreceu um pouco mais a produtividade de soja devido seu maior regime de chuvas na região norte, fato que se alinha aos resultados de Marcuzzo et al. (2014), que, em um estudo de 30 anos, no Tocantins, apresenta 1985, ano de “La Niña”, como ano de maior NDC (Número de Dias de Chuva) no período estudado e o menor NDC foi justamente em ano de “El Niño”, 1977, o que argumenta a maior quantidade de chuvas em anos de “La Niña” para a região norte.

A partir das informações apresentadas no trabalho e os gráficos gerados para cada cultura e região, foi possível analisar o nível de influência que os fenômenos “El Niño” e “La Niña” exerceram sobre as produtividades de soja e trigo em diversas localidades do Brasil entre os anos de 1989 e 2019 (Figura 26). Baseado nisso, pôde-se averiguar qual cultura foi mais favorecida em função da região de cultivo, considerando um maior ou menor regime de chuvas, além da eficiência no aproveitamento das mesmas, o que depende também de outros fatores, como a tecnologia, por exemplo.

Figura 26 – Produtividades acima da média para as culturas de soja e trigo nas 10 cidades do estudo.

PRODUTIVIDADE ACIMA DA MÉDIA						
LOCALIDADE	EL NINO		LA NINA		NEUTRO	
	SOJA	TRIGO	SOJA	TRIGO	SOJA	TRIGO
CRUZ ALTA-RS	60%	60%	42%	50%	22%	11%
SÃO LUIZ GONZAGA-RS	70%	60%	42%	42%	22%	11%
PATROCÍNIO-MG	70%	40%	50%	42%	33%	56%
ITAPEVA-SP	60%	50%	50%	50%	33%	22%
DOURADOS-MS	60%	70%	50%	58%	33%	22%
CATALÃO-GO	60%	60%	50%	58%	33%	44%
BARREIRAS-BA	50%	67%	50%	50%	22%	-
SÃO DESIDÉRIO-BA	50%	50%	50%	0	22%	-
MIRACEMA DO TOCANTINS-TO	50%	-	58%	-	44%	-
GURUPI-TO	60%	-	67%	-	33%	-

FONTE: Do Autor (2021).

A cultura da soja mostrou ter uma boa produtividade em anos de evento “El Niño”, apresentando valores acima da média em 50% dos anos ou mais para todas as cidades em questão, com destaque para São Luiz Gonzaga-RS e Patrocínio-MG, ambas atingindo 70% de produtividade acima da média. Entretanto, em eventos “La Niña”, a soja não revelou tantas produtividades acima da média, por exemplo na região sul, onde essa meta foi atingida em 42% dos anos para as duas cidades, por outro lado, a região norte teve bom desempenho, alcançando 67% dos anos com produtividade acima da média em Gurupi-TO e 58% em Miracema do Tocantins-TO. Em anos Neutros é evidente que a leguminosa não se mostra produtiva em relação aos outros anos, não passando de 33% dos anos de produtividades acima das médias, com exceção de Miracema do tocantins-TO, alcançando 44%.

Para o trigo, em anos de “El Niño”, a influência mais positiva foi em Dourados-MS, onde registrou-se 70% dos anos do evento com produtividades superiores a média. Contudo, foi também a região centro-oeste que exibiu os melhores resultados em anos de “La Niña” para a cultura de inverno, com 58% dos anos do evento produzindo acima da média, tanto em Dourados-MS, quanto em Catalão-GO e, em anos Neutros, Patrocínio-MG expressou os maiores valores de produtividade acima da média, com 56% dos anos.

5 ESTRATÉGIAS DE MANEJO EM RELAÇÃO AOS IMPACTOS DO ENOS

Este foi um estudo realizado em determinadas microregiões escolhidas para representar, de modo geral, as regiões do Brasil. Em estudo realizado, Cunha et al. (2011) esclarece que é muito importante não ignorar ou subestimar os efeitos do ENOS, visto que existem lavouras constantemente prejudicadas pelo excesso ou falta de chuvas esperadas, problemas que também não devem ser associados como causa única do “El Niño” e “La Niña”, considerando que há inúmeros fatores ambientais que influenciam nas produtividades das lavouras. Cunha et al. (2011) ainda apresentam algumas estratégias interessantes para não haver constrangimentos com o ENOS, o que torna importante analisar como os fatores ambientais agiram sobre determinada região em questão nos anos anteriores durante os fenômenos “El Niño” e “La Niña”, em contrapartida, deve-se optar, de preferência, por estratégias que possam ser praticadas com recursos próprios, além de sempre estar atento a atualizações dos fenômenos, através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Deve-se adotar estratégias tanto para eventos que proporcionam chuvas abaixo do normal, quanto em eventos que ocorram excesso de águas. Com isso, são apresentadas estratégias para ambos os cenários, como por exemplo o uso do Sistema Plantio Direto, sendo uma estratégia excelente, conservando a umidade do solo, para quadros de seca, e apresentando características de conservação do solo e praticidade na semeadura, para situações de excesso de chuva.

Para cenários de escassez de chuvas, Cunha et al. (2011) estabelecem que não é adequado utilizar uma população de plantas maior que a recomenda para uma determinada cultura, sendo assim, a competição por água será menor entre os indivíduos. Dar sempre preferência ao Sistema Plantio Direto, uma estratégia excelente para conservar a umidade do solo e diminuir os malefícios da seca. Realizar a implantação da lavoura em condições de umidade e temperatura do solo mais próximas possíveis às condições ideais para cada cultura. Para ajudar a diminuir o déficit hídrico, racionalizar o uso da água e utilizar irrigação quando necessário, de preferência nos períodos mais críticos da estiagem. Pensando em diminuir os impactos da falta de chuvas, é interessante escalonar as épocas de semeadura com cultivares de ciclos distintos. Cultivares com o sistema radicular mais profundo tendem a ser menos prejudicados com a situação, uma vez que suas raízes tem uma área maior de captação de água e nutrientes. Isso pode ser feito através da semeadura um pouco mais profunda, ajudando a cultura a aprofundar suas raízes, explorando uma maior quantidade de água armazenada no solo, contribuindo para resistir a períodos de estiagem.

Em condições de excesso de chuvas, Cunha et al. (2011) também apresentam procedimentos adequados, como não realizar a semeadura no solo com excesso de umidade, a fim de evitar a compactação e desestruturá-lo. Embora as condições sejam de excesso de chuvas, existem períodos suficientes para a semeadura. A rotação de culturas desfavorece o surgimento de doenças, principalmente fúngicas, considerando que ambientes com alta umidade são as condições ideais para o surgimento delas, além de escolher cultivares mais resistentes às principais doenças fúngicas que ocorrem na região. Não esquecer da sanidade, tratamento de sementes e adubação nitrogenada, pois com o alto índice de chuvas, a lixiviação de nitrogênio é evidente e se torna um grande problema, apresentando sintomas de deficiência nítidos nas lavouras. O Sistema Plantio Direto também se adequa a esse tipo de situação, apresentando características de conservação do solo, além de facilitar as operações de semeadura. Por último, mas não menos importante, a colheita antecipada evita perdas significativas em função das chuvas frequentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados de pesquisa obtidos neste trabalho, é perceptível a influência do fenômeno ENOS em âmbito nacional, seja em eventos “El Niño”, “La Niña” ou Neutros. No geral, o fenômeno “El Niño” mostrou boas condições que favoreceram a produtividade da soja e do trigo. Em anos de “La Niña”, as produtividades foram ligeiramente superiores em regiões mais próximas à linha do Equador. Em anos Neutros as produtividades diminuíram consideravelmente, o que representa condições desfavoráveis para ambas as culturas a nível nacional.

Com a influência de cada fenômeno em relação a produtividade da soja e do trigo, o produtor tem uma visão mais abrangente do tema e pode determinar as melhores estratégias e alternativas para cada caso específico, a fim de minimizar os efeitos negativos que o ENOS pode exercer sobre as culturas e evitar perdas significativas em suas propriedades.

REFERÊNCIAS

- CAFÉ, S. L. et al. **Cadeia produtiva do trigo**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 193-219, set. 2003.
- CASTRO, P. R. C. et al. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Ed. 1: Agronômica Ceres, 2008. 864 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas**. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas>>. Acessado em 11 de Mar. 2021.
- CUNHA, G. R. El Niño Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 277-284, 1999.
- DA CUNHA, G. R. Riscos climáticos e cultivo de trigo no Brasil. In: **Embrapa Trigo**, Artigo em anais de congresso. In: Reunião nacional de pesquisa de trigo, 18., 1999, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999., 1999.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja**, Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões sul e sudeste do Brasil**. São José dos Campos: INPE, 2005. 123 p.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.
- GAVA, R. et al. Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja/strategies of deficit water management in irrigation of soybean crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 305-315, 2016.
- GRANTZ, M. H. Introduction. In: GLANTZ, M. H., RICHARD, W. K., NICLHOLLS, N. **Teleconnection linking worldwide climate anomalies**. New York: Cambridge University. 1991. p 1-12.
- LIBARDI, V. C.; COSTA, M. B. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.). **Revista FZVA**, v. 4, n. 1, p. 16-23, 1997.
- MARCUZZO, F. F. N. et al. Tendência do número de dias de chuva no estado do Tocantins e a relação dos seus extremos com o Índice Oceânico Niño. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 1-162014.

MECKEL, L. et al. Effect of Moisture Stress on Seed Growth in Soybeans 1. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 4, p. 647-650, 1984.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Produção potencial de trigo no Brasil. **Embrapa Territorial**, Nota Técnica/Nota Científica, 2014.

MOREIRA, M. A.; ANGULO FILHO, R.; RUDORFF, B. F. T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 597-603, 1999.

MOREIRA, M. A. **Deficit hídrico na cultura do trigo e o impacto na resposta espectral e em parâmetros agrônômicos**. 1997. 161 f. Tese de Doutorado (Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, sp, 1997.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 31 p.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. **El Niño - Southern Oscillation**. 2021. Disponível em: <<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>>. Acesso em 09 Mar. 2021.

OOSTERHUIS, D. M.; CARTWRIGHT, P. M. Spike Differentiation and Floret Survival in Semidwarf Spring Wheat as Affected by Water Stress and Photoperiod 1. **Crop Science**, v. 23, n. 4, p. 711-717, 1983.

PASCALE, A. J. Design of agrometeorological field experiments. In: **WMO Symposium Agrometeorology of the Wheat Crop**, Braunschweig (Germany, FR), 1973. Deutscher Wetterdienst, 1974.

PEGORIM, J. **Outono com El Niño enfraquecido**. Clima Tempo, 2016. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/03/07/outono-com-el-nino-enfraquecido-7917>>. Acesso em 17 de Out. 2021.

PLANTIER, R. D. **Ventos Alísios: Características Gerais**. Meio Ambiente, Cultura Mix, 2013. Disponível em: <<https://meioambiente.culturamix.com/natureza/ventos-alisios-caracteristicas-gerais>>. Acesso em 15 de Out. 2021.

REBOITA, M. S. et al. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **TERRÆ DIDÁTICA**. v. 8, n. 1, p. 34 – 50, 2012.

SANTOS, G. S. **O processo de modernização agrícola na microregião de Barreiras nas décadas de 1980 e 1990**. 2002. 46 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.