

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCH**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CCEA**

**CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS SOJA (*Glycine max (L.) Merrill*) E  
MILHO (*Zea mays*) NA MESORREGIÃO LESTE MARANHENSE E CAPACIDADE  
ESTÁTICA DAS UNIDADES ARMAZENADORAS**

**RENATA GAMBOA SILVA**

**CHAPADINHA – MA**

**2023**

**RENATA GAMBOA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS SOJA (*Glycine max (L.) Merrill*) E MILHO (*Zea mays*) NA MESORREGIÃO LESTE MARANHENSE E A CAPACIDADE ESTÁTICA DAS UNIDADES ARMAZENADORAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Dr. Telmo José Mendes

Coorientador (a): Mestra Maiane Rodrigues Nascimento

**CHAPADINHA – MA**

**2023**

**RENATA GAMBOA SILVA**  
**CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS SOJA (*Glycine max (L.) Merrill*) E**  
**MILHO (*Zea mays*) NA MESORREGIÃO LESTE MARANHENSE E A CAPACIDADE**  
**ESTÁTICA DAS UNIDADES ARMAZENADORAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Nota: 10 (dez). Defendido e aprovado em 22 de dezembro de 2023, pela comissão examinadora constituída pelos professores:

---

Dr. Telmo José Mendes (Orientador)  
Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP)  
Professor Adjunto do curso de Engenharia Agrícola (CCCh/UFMA)

---

Msc. Maiane Rodrigues Nascimento (Coorientadora)  
Engenheira Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCCh)  
Mestra em Meteorologia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

---

Msc. Mayara Rodrigues Nascimento  
Engenheira Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCCh)  
Mestra em Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

---

Dr. Patrício Gomes Leite  
Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Professor Adjunto do curso de Engenharia Agrícola (CCCh/UFMA)

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)  
autor(a). Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva, Renata Gamboa.

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS SOJA *Glycine max* L.  
Merrill E MILHO *Zea mays* NA MESORREGIÃO LESTE MARANHENSE E  
A CAPACIDADE ESTÁTICA DAS UNIDADES ARMAZENADORAS / Renata  
Gamboa Silva. - 2023.

42 f.

Coorientador(a): Maiane Rodrigues Nascimento.

Orientador(a): Telmo José Mendes.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do  
Maranhão, Chapadinha, 2023.

1. Armazenamento. 2. Capacidade. 3. Grãos. 4.  
Produção. I. Mendes, Telmo José. II. Nascimento, Maiane  
Rodrigues. III. Título.

Aos meus pais Cesar Roberto e Telma.

Aos meus avós Raimundo e Barbara.

Sem vocês nada disso seria possível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui, aos meus pais e aos meus familiares que são meu alicerce, por entenderem e compreenderem o meu motivo de ausência em muitos momentos especiais e por sempre me apoiarem nas minhas decisões.

Expresso minha gratidão à minha segunda família que ganhei em Chapadinha, que me ajudaram em todos os sentidos, aos meus amigos Luís Eduardo, Elayne Carvalho e Elida Dayana por estarem comigo em todos os momentos desde o início da graduação e sempre me proporcionaram momentos de alegria.

Agradeço ao meu orientador Dr. Telmo José Mendes, por ter aceitado a me ajudar na realização desse trabalho, a Maiane Rodrigues por aceitar ser minha coorientadora e por auxiliar em todas as dúvidas.

Agradeço aos professores pelos ensinamentos adquiridos durante toda a graduação, em especial ao professor Fabiano de Carvalho Simas, gratidão por todo apoio, todos os conselhos e por todos os ensinamentos, levarei comigo todos os dias.

Agradeço aos meus amigos de graduação, João Mateus, Melissa, Adelto, Bruna, Wellington, Mirelly, Joaquim e muitos outros, vocês tornaram os dias mais leves.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte dessa etapa importante em minha vida.

## RESUMO

O Maranhão se destacou nas últimas décadas, desempenhando um papel importante na expansão agrícola no Brasil. Dentre a sua extensão territorial, destaca-se Mesorregião Leste Maranhense com predominância do Bioma Cerrado, formado por 6 Microrregiões e 44 municípios. Com um alto índice de desenvolvimento da produção agrícola principalmente dos grãos soja (*Glycine max (L.) Merrill*) e milho (*Zea mays*), o armazenamento da produção se tornou um dos fatores indispensáveis para que não haja perda na qualidade do produto desde a colheita até o seu destino final. Pela importância da região e pelo aumento da produtividade de grãos, objetivou-se este estudo realizar um levantamento da produção de grãos e correlacionar com a capacidade estática das unidades armazenadoras presentes na região. Para embasamento deste estudo, selecionado por meio de pesquisa exploratória, foram realizados levantamentos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) compilados em tabelas e gráficos e analisados de forma descritiva. Buscou-se enfatizar a capacidade estática e a quantidade de unidades de armazenadoras, o déficit de capacidade, bem como a produtividade de soja e milho na Mesorregião ao longo de um período de 11 anos, de 2011 a 2021. A Mesorregião Leste Maranhense apresenta uma taxa de crescimento da produção agrícola em mais 90% em relação ao período de estudo, encerrando a safra 2021/22 em 459.011 toneladas (t) e uma quantidade baixa no número de unidades armazenadoras com apenas 29 armazéns, em relação a capacidade estática total do estado, o Leste tem uma participação de apenas 4,66%. Diante do aumento da produção de grãos no Leste Maranhense, se faz necessário o investimento em infraestrutura de armazenagem em toda a mesorregião.

**Palavras-Chaves:** armazenamento; capacidade; grãos; produção.

## ABSTRACT

Maranhão has stood out in recent decades, playing an important role in agricultural expansion in Brazil. Among its territorial extension, the Eastern Maranhense Mesoregion stands out with a predominance of the Cerrado Biome, formed by 6 Microregions and 44 municipalities. With a high rate of development of agricultural production, mainly of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) and corn (*Zea mays*), storage of production has become one of the indispensable factors so that there is no loss in the quality of the product since its harvest to its final destination. Due to the importance of the region and the increase in grain productivity, the objective of this study was to carry out a survey of grain production and correlate it with the static capacity of the storage units present in the region. To support this study, selected through exploratory research, data were collected from the Brazilian Institute of Geographical Statistics (IBGE) and the National Supply Company (CONAB), compiled into tables and graphs and analyzed in a descriptive manner. We sought to emphasize the static capacity and the number of storage units, the capacity deficit, as well as the productivity of soybeans and corn in the Mesoregion over a period of 11 years, from 2011 to 2021. The East Maranhense Mesoregion presents a growth rate of agricultural production by over 90% in relation to the study period, ending the 2021/22 harvest at 459,011 tons (t) and a low number of storage units with only 29 warehouses, in relation to the total static capacity of the state, the East has a share of just 4.66%. Given the increase in grain production in Eastern Maranhão, investment in storage infrastructure throughout the mesoregion is necessary.

**Keywords:** storage; capacity; grains; production.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização da área de estudo .....	24
<b>Figura 2</b> - Gráfico da produção de grãos (soja/milho) no Estado do Maranhão .....	27
<b>Figura 3</b> - Mapa da série histórica da produção de soja no Leste Maranhense .....	28
<b>Figura 4</b> - Mapa do cultivo agrícola no Leste Maranhense .....	29
<b>Figura 5</b> - Gráfico da produção total de grãos no Leste Maranhense (t) .....	30
<b>Figura 6</b> – Gráfico da precipitação pluviométrica do Leste Maranhense.....	32
<b>Figura 7</b> – Gráfico da capacidade estática das unidades armazenadoras do Estado do Maranhão .....	33
<b>Figura 8</b> – Gráfico da produção de grãos em relação a capacidade estática do Estado do Maranhão em (t) .....	34
<b>Figura 9</b> - Mapa de localização dos municípios que possuem Unidades Armazenadoras do Leste Maranhense.....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Informações, dados e período da produção agrícola e armazenagem no Leste Maranhense.....	25
<b>Tabela 2-</b> Dados avaliados e correlacionados para execução do estudo.....	26

## **LISTA DE SIGLAS**

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EMAPA – Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA – Estados Unidos

GEPLAN - Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPC – Índice Nacional de Preços ao Consumidor

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MATOPIBA – Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PAM – Produção Agrícola Municipal

PIB – Produto Interno Bruto

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

ZARC – Zoneamento Agrícola de Risco Climático

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1. Objetivo Geral .....	14
2.2. Objetivos Específicos .....	15
<b>3. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
3.1. Produção Agrícola no Brasil.....	15
3.2. Região MATOPIBA .....	17
3.3. Produção Agrícola no Leste Maranhense .....	18
3.4. Grãos (soja e milho) .....	20
3.4.1. Soja ( <i>Glycine max (L) Merrill</i> ) .....	20
3.4.2. Milho ( <i>Zea mays L.</i> ) .....	21
3.5. Armazenamento de Grãos no Leste Maranhense .....	22
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
4.1. Área de estudo .....	24
4.2. Coleta e Análise de Dados .....	25
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
5.1. Produção agrícola na Mesorregião Leste Maranhense .....	28
5.2. Capacidade estática do Leste Maranhense .....	33
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão da produção agrícola no Brasil tem evoluído a cada década tornando o país um dos maiores produtor e exportador mundial principalmente na produção de commodities. Há 20 anos, a safra de grãos era de 120,2 milhões de toneladas com uma alta de 258%, o Brasil atualmente está produzindo cerca de 315,2 milhões de toneladas de grãos apenas no ciclo safra 2022/23, sendo que 153,6 milhões são de soja, continuando como maior produto colhido no país (CONAB, 2023).

O crescimento da produtividade no Brasil subiu mais que o total de área plantada, subindo de um total de 43,7 milhões para mais de 70 milhões de hectares, esse aumento da produção tem sido resultado do investimento em tecnologias, melhor utilização dos insumos que tem efeitos diretos na produtividade. A produção agrícola total tem sido um dos principais setor de crescimento no país, com uma taxa anual de 3,08% (IPEA, 2018).

Como aponta Chaddad (2016), um dos principais impulsionadores do crescimento da produtividade agrícola são as políticas relacionadas aos principais fatores de produção, como o uso de políticas alternativas de crédito rural e a redução da intervenção do Estado. O progresso tecnológico é outro fator importante que pode contribuir para o crescimento da produtividade agrícola e sustentabilidade econômica, a exemplo, o desenvolvimento de novas tecnologias facilitou a abertura do Cerrado e de outras regiões do Brasil para a produção agrícola.

Nos últimos anos uma parcela do território brasileiro vem ganhando destaque pelo agronegócio, por sua grande rentabilidade e alta produção agrícola. A região é conhecida por MATOPIBA (composto pelos estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) com uma área total de 73,1 milhões de hectares, abrangendo 337 municípios e 324 mil estabelecimentos agrícolas (BRASIL, 2015).

A região MATOPIBA é marcada pela grande expansão de uma fronteira agrícola com investimento em tecnologias de alta produtividade, com grande destaque para a produção de grãos, como soja e milho. A grande procura por essas terras de áreas com bioma Cerrado sendo de maior predominância, se deu ao baixo custo de aquisição, comparadas ao do centro-sul do país e a topografia plana (EMBRAPA, 2018).

Especificando o Estado do Maranhão, conforme as publicações dos documentos de estudos experimentais feitos pela Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (EMAPA), o governo estadual nos anos de 1970 realizou esforços para inserir a sojicultura no território

maranhense. Esses estudos tiveram como propósito de avaliar a adaptabilidade da cultura em diversas regiões do estado do Maranhão (MARANHÃO, 1983).

Campelo (2000), afirma que os incentivos fiscais e as políticas governamentais desempenharam um papel importante para a expansão agrícola em larga escala no Maranhão começando pela região Sul do estado, ampliando-se expressamente para outras mesorregiões, com destaque o Leste Maranhense que teve um aumento significativo em decorrência a diversos fatores tais como vantagens comparativas para o escoamento da safra, destacando-se a proximidade de São Luís, onde está situado a área do porto do Itaqui. Além disso, a facilidade na aquisição de terras, e o melhoramento nas vias de acesso.

. Segundo Ifope (2019), apesar da agricultura brasileira ter expandido sua produção e produtividade em grande escala, a logística necessária ao armazenamento e escoamento agrícola não acompanhou esse crescimento, as cadeias produtivas em geral apresentam obstáculos por problemas causados desde a infraestrutura precária, seguido de rodovias em péssimas condições e um sistema de armazenamento de grãos defasado.

A armazenagem de grãos é um dos componentes da Política Agrícola e Pecuária instituída pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que tem como finalidade garantir o fluxo de abastecimento de maneira constante (CONAB, 2017a).

No Brasil existe um grande déficit na capacidade estática das unidades armazenadoras e uma má distribuição dos armazéns, que resulta diretamente em grandes perdas, deixando gargalos na competitividade no mercado interno e externo, já que a qualidade dos grãos é essencial para a pós-colheita (CONAB, 2021).

Portanto, o objetivo desse trabalho é realizar um levantamento da produção de grãos e correlacionar com a capacidade estática de silos presentes na Mesorregião do Leste maranhense, observando as causas agrometeorológicas determinantes para o aumento ou a diminuição da produtividade agrícola de acordo com o mapeamento da área de estudo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Realizar a quantificação da produção de grãos (soja/milho) em um espaço amostral de 2011 a 2021 correlacionando com a quantidade de unidades armazenadoras presentes na Mesorregião Leste Maranhense.

## **2.2. Objetivos Específicos**

- Coletar dados da produção agrícola de grãos (soja/milho) dos municípios presentes na Mesorregião do Leste Maranhense;
- Realizar o levantamento de dados estáticos e localização das unidades armazenadoras de grãos da região definida;
- Elaborar mapas para observar o crescimento da produção agrícola da área de estudo abrangente.
- Observar as causas agrometeorológicas que determinam o aumento ou a diminuição da produtividade agrícola da Mesorregião Leste Maranhense.

## **3. REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **3.1. Produção Agrícola no Brasil**

Segundo Alves (2017), a agricultura no Brasil em 18 anos cresceu cerca de 4,5% ao ano, em 1947 a 1965, a expansão da área cultivada foi um dos principais pontos ao crescimento. Porém, as produções e as práticas agrícolas permaneceram baixas sendo realizadas com poucos níveis de conhecimento a respeito do uso de fertilizantes ou outro tipo de insumos agrícolas.

Nos últimos 50 anos, a agricultura brasileira presenciou muitas mudanças principalmente nas estruturas de produção, suprimento de insumos, comercialização e distribuição interna e externa de vários produtos agrícolas, algumas culturas, inclusive, se tornaram de grande volume produzido por longo período, como soja e algodão por exemplo (BARROS, 2017).

Para Castro (2018), a incorporação de capital empreendida no país como máquinas agrícolas e alterações nos modelos tecnológicos das funções de produção em uso nas atividades agrícolas, resultam no aumento da produção agrícola total (em toneladas), com uma menor utilização do uso da mão de obra.

Ainda sobre a produção agrícola no país, Brandão (2018) analisou o crescimento da produtividade de algumas culturas como o arroz, soja, mandioca, milho, algodão, cana-de-açúcar, no período de 1973 a 1997, afirmando então que o crescimento da produtividade do arroz foi efetivamente maior do que o da soja, considerando que o período de maior crescimento da produtividade da primeira cultura descrita ocorreu juntamente ao da redução da área, indicando que a cultura estava se acomodando nas regiões mais propícias ao seu cultivo.

Nas produções de soja e milho, é preciso lembrar que em inúmeras localidades ambas as produções são realizadas complementarmente, em regime de rotação de culturas. Sobre esse aspecto, Castro (2018) analisou:

O emprego das variedades geneticamente modificadas. Consoante seus resultados, em municipalidades onde a nova tecnologia (variedade geneticamente modificada) tinha um maior impacto potencial sobre a produção de soja (vis a vis o milho) houve uma mais rápida adoção da soja geneticamente modificada, uma redução da intensidade de trabalho na agricultura e uma expansão do emprego na manufatura local. Por outro lado, em municipalidades onde a nova tecnologia (variedade geneticamente modificada) tinha um maior impacto potencial sobre a produção de milho (vis a vis a soja) houve um aumento da intensidade de trabalho na agricultura e uma redução do emprego na manufatura (CASTRO, p.54, 2018).

Conforme Alves (2017), são inúmeras as políticas ligadas ao crescimento da produtividade agrícola no Brasil, com destaque para o crédito subsidiado para investimentos e capital de giro, elevado investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) agrícola (inclusive o Sistema Nacional de Pesquisas por Amostragem de Estabelecimentos Agropecuários - SNPA), programas de suporte à renda que tem como efeito o crescimento da demanda por alimentos e processados, reescalonamento de débitos e programas de suporte ao produtor e ao desenvolvimento rural. Além destas, há várias políticas adjacentes, como as políticas nacionais de etanol, programas de incentivo ao transporte, fiscais, de subsídios à maquinaria agrícola e alguns programas de desenvolvimento de infraestrutura.

Em particular, para Braga *et al.* (2019) o Brasil poderia aprimorar a produtividade agrícola e, com isso, a sua competitividade internacional, ao destacar unidades de federação com elevado crescimento técnicas atribuídas, mas baixo crescimento de eficiência, isto é:

Acre, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Distrito Federal. Estes quatro estados deveriam ser capazes de aprimorar a produtividade do produtor médio a um custo marginal baixo por meio de uma melhor disseminação de informação técnica, à proporção que as tecnologias para produzir com taxas de crescimento superiores já estão disponíveis. Com o objetivo de maximizar a produção agrícola nestes três estados mais o Distrito Federal, isto é, deslocar os produtores médios para a respectiva fronteira técnica, o Brasil deveria enfatizar a disseminação da informação técnica (BRAGA *et al.*, p.140, 2019).

Agricultores com uma melhor qualificação tendem a presenciar menores custos de transferência tecnológica e a melhor incorporação de técnicas de manejo nas operações em campo. Este raciocínio também é válido no setor intergeracional, ou seja, para a oferta de melhor qualificação e educação para os filhos dos agricultores, com

impactos benéficos para a maior absorção de tecnologia a longo prazo dentro da propriedade (BRANDÃO, 2018).

### **3.2. Região MATOPIBA**

O MATOPIBA é composto pelos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, na última década se consolidou como importante fronteira agrícola. O alto crescimento da produtividade tem se especificado principalmente para as culturas de soja e milho, estando definido em dois principais processos relacionados à dinâmica agrícola como a expansão e a conversão de áreas, ou seja, faz com que o percentual das áreas plantadas se separe de forma igualitária. O Estado do Maranhão e Piauí se destacam expressivamente na expansão da agricultura sobre as recentemente terras desmatadas (AGROSATÉLITE, 2017).

De acordo com Rodrigues (2018), o Brasil lidera na agricultura tropical devido às condições favoráveis do solo e clima, inovações tecnológicas, políticas públicas e empreendedorismo dos agricultores. O agronegócio contribui com 25% do PIB nacional, e as expectativas futuras são bastante otimistas com a produção de grãos, especialmente milho e soja, deve aumentar de 200 milhões para 250 milhões de toneladas até 2024-2025 para a cultura da soja.

O desenvolvimento sustentável, entendido como mudanças estruturadas para promover a sustentabilidade em vários níveis da sociedade, está cada vez mais associado ao progresso econômico, social e ambiental. No meio rural, o debate se intensifica ao examinar fatores como legislação ambiental, políticas públicas, pobreza rural e produtividade nas fronteiras agrícolas do Brasil, como a região do MATOPIBA, que abrange um total de 337 municípios (ALVES; SOUZA, 2018).

Recentemente a Embrapa desenvolveu um projeto especial para estabelecer um plano estratégico de atuação no MATOPIBA. Para Andrade; Bolfe *et al.* (2017):

Entre as ações estão as relacionadas às geotecnologias, que englobam os sistemas de informações geográficas (SIG), sistemas de posicionamento global por satélite (GPS) e o sensoriamento remoto, por meio de imagens de satélite. A caracterização da região em bases territoriais abrange aspectos físico-bióticos, infraestrutura logística, áreas institucionais e a identificação, delimitação e caracterização dos polos de produção agrícola. Vários planos de informações gerados pela própria Embrapa e demais órgãos governamentais foram organizados e servem como base de dados geoespaciais para análises integradas com as áreas sociais e econômicas que buscam apoiar o desenvolvimento agropecuário regional (ANDRADE; BOLFE *et al.*, p. 31, 2017).

O MATOPIBA tem cerca de 6 milhões de habitantes, sendo distribuídos por percentual com 57,6% no Maranhão, 25,30% no Tocantins, 12,72% na Bahia e 4,75% no Piauí. O Maranhão se destaca pela maior densidade populacional na região, com 14,18 habitantes por quilômetro quadrado. Cerca de 35% da população, ou 2,04 milhões de pessoas vivem em áreas rurais nessa região. Na Bahia 42% da população do MATOPIBA reside no meio rural, no Piauí e Maranhão 39% e no Tocantins 22%. Em comparação, a média nacional de pessoas que habitam em áreas rurais em 2010 foi de 15,3%, consideravelmente menor do que todos os estados do MATOPIBA. (FREDERICO, 2018).

Os principais impulsionadores do crescimento da produção agrícola no MATOPIBA foram os agricultores, muitos dos quais migraram em grande parte do Sul do país. A maioria, não eram provenientes de famílias bem sucedidas, mas sim de pequenos produtores que geriam suas atividades de maneira familiar. Ao trazer consigo tradições de trabalho, organização, valorização da educação (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Nas palavras de Alves, Souza (2018), um destaque importante foi a implementação do zoneamento agrícola de risco climático (ZARC) no MATOPIBA, uma ferramenta da política agrícola, voltada para facilitar o acesso a crédito oficial. Esse zoneamento abrangeu as principais culturas da região, como milho, soja, feijão, algodão e o consórcio milho-braquiária. Por meio de análises espaciais, foram desenvolvidos mapas detalhados que caracterizavam aspectos climáticos e restrições térmicas, indicando possíveis riscos climáticos e também as melhores épocas para a semeadura. Através do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, os formuladores de políticas públicas, instituições financeiras agrícolas e produtores rurais conseguem ter acesso a essas informações.

A expansão da agricultura em larga escala nos estados do Tocantins e Bahia ocorreu antes do ano de 2002 sobre as terras desmatadas. Recentemente, a mudança na paisagem agrícola se deu pela substituição de pastagens naturais para a expansão da agricultura sendo impulsionada pela mecanização e o grande aumento da produtividade. (ANDRADE; BOLFE *et al.*, 2017).

### **3.3. Produção Agrícola no Leste Maranhense**

O Estado do Maranhão, devido à sua localização geográfica, constitui-se em uma área de transição, entre diferentes domínios climáticos, a Amazônia Oriental a noroeste, o Nordeste na parte norte-oriental e o Brasil Central em sua área sul-sudeste. Como resultado, a região noroeste do estado tem índices pluviométricos semelhantes aos da Amazônia Oriental, com

cobertura de florestas tropicais e campos inundáveis. Na fronteira com o Piauí, há uma zona de transição com vegetação composta por florestas tropicais, caatingas e cerrados, típicos do sertão nordestino. Na porção meridional, predomina uma paisagem característica da região dos cerrados do Brasil. (MESQUITA, 2018).

Conforme destacado por Zhouri *et al.* (2019):

Embora ocupado produtivamente desde o período colonial, é somente a partir da segunda metade do século XX que há uma estruturação do espaço econômico do Maranhão. Nos anos 50, devido a uma série de melhoras infra estruturais, há uma expansão das áreas de lavouras temporárias, notadamente do arroz. Também inicia-se, a partir da década de 70, uma ocupação dos chapadões do sul do Estado, graças a uma política de valorização agrícola das terras. Ocorre nesse período um grande processo de pecuarização, que foi apoiado em uma série de incentivos fiscais oferecidos, sobretudo, pela Sudene e pela Sudam (ZHOURI *et al.*, p. 18, 2019).

Segundo Silva (2018), entender a relação entre solo e paisagem é crucial em estudos de ciência do solo, especialmente quando o foco é compreender a distribuição de diferentes formas de solo em uma determinada região. No entanto, no Estado do Maranhão, há uma escassez nas informações referente a estudos sobre os horizontes coesos, inclusive no contexto de solo e paisagem. Isso destaca a clara necessidade de pesquisas nessa região.

Apesar disso, a base econômica do Estado ainda está fortemente ligada à agricultura tradicional. Dados do último Censo Agropecuário revelaram uma estrutura agrária altamente concentrada, com mais de 54 estabelecimentos de 10.000 hectares ou mais ocupando quase 10% da área total dos estabelecimentos agropecuários. (FERNANDES, 2018).

Em relação a algumas culturas produzidas, é relevante destacar o feijão, a cana-de-açúcar e a soja no contexto do Estado. O feijão ocupa a posição da quarta cultura de subsistência mais importante, ficando atrás do arroz, da mandioca e do milho. A variedade predominante é o feijão-de-corda. Em 2000, essa cultura representou 3,9% da demanda de mão-de-obra e ocupou 5,7% da área total cultivada. A cana-de-açúcar no mesmo ano, contribuiu com 1,4% da demanda total e ocupou 1,9% da área cultivada, com destaque na região do município de Coelho Neto, onde tem algumas destilarias (ELIAS, 2017).

Para Pires (2018):

A soja é a principal cultura conduzida em moldes empresariais. A produção está concentrada na região de cerrado localizada no sul do Estado, tendo a cidade de Balsas como o grande polo regional. O processo produtivo, trazido por migrantes do Centro-Sul, principalmente gaúchos, é totalmente mecanizado desde o preparo do solo até a colheita e, por isso, pouco empregador de mão-de-obra. Em 2000, apesar de responder por 14,5% da área cultivada, a soja demandou apenas 3,6% do total de equivalentes-

homens-ano (EHA). O escoamento da produção é feito por caminhões até a ferrovia Itaqui-Carajás em Imperatriz. De lá, a produção segue para o porto de São Luís, de onde é exportada para a Europa (PIRES, p. 125, 2018).

A Mesorregião Leste Maranhense abrange as microrregiões censitárias de Presidente Dutra, Caxias, Chapadinha, Codó, Coelho Neto e Chapadas do Alto Itapecuru. Ela se destaca pelos ambientes de matas de palmeiras e semiárido, podendo ser dividida em duas sub-regiões que correspondem a esses ambientes (MORAES, 2018).

A Sub-região Cocais Maranhenses compreende as microrregiões censitárias de Presidente Dutra, Caxias, Chapadinha, Codó e Coelho Neto. É caracterizada por uma agricultura familiar de subsistência, baseada no extrativismo vegetal, principalmente do babaçu, e por uma pecuária extensiva (FERNANDES, 2018).

### **3.4. Grãos (soja e milho)**

#### *3.4.1. Soja (*Glycine max (L) Merrill*)*

A soja (*Glycine max (L) Merrill*) é uma planta herbácea cultivada no Brasil para a produção de grãos. Pertencente à classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max*. As principais variedades comerciais apresentam características como caule com pelos, ramificação limitada e raiz com um eixo principal e várias ramificações. Suas folhas são trifoliadas, exceto o primeiro par de folhas simples, localizado acima do nó cotiledonar. As flores são autógamas e características da subfamília Papilionoideae, exibindo cores brancas, roxas ou nativas. A planta desenvolve vagens levemente curvadas que mudam de cor à medida que amadurecem, passando de verde para amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza. Quanto ao crescimento, a soja pode ser indeterminada (sem racemo terminal), determinada (com racemo terminal) ou semideterminada (intermediária) (NEPOMUCENO *et al.*, 2021).

A introdução da soja no Brasil teve início no Rio Grande do Sul no início do século XX. Até 1950, pequenos produtores a cultivavam principalmente para alimentar suínos e como forma de adubo, usando-a como fonte de proteína. A história da produção comercial de soja no Brasil está intimamente ligada à "Revolução Verde", um processo de expansão agrícola que teve origem no Sul e estendendo-se para áreas do Cerrado.

Para Freitas, Mendonça (2018):

Observa-se que esse fenômeno se espalha por estados como Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, com efeitos também na ocupação de terras na região Norte do país, onde Pará, Amazonas e Tocantins têm enfrentado recentemente aumento nos preços das terras, resultado dessa dinâmica de ocupação de novas áreas. Embora haja impactos ambientais neste processo, particularmente no tocante à expansão da soja e aos preços e apropriação de terra por estrangeiros no Brasil, outros analistas argumentam que o fenômeno da expansão de área agrícola pode contemplar uma base comum de interesses entre agricultores e conservacionistas (FREITAS; MENDONÇA, p.500, 2018).

Como aponta Botelho (2018), a expansão do cultivo da soja no cerrado maranhense ocorreu inicialmente na região de Balsas, no sul do Estado na década de 1970. Na segunda metade da década de 1990, os principais municípios em termos de produção eram Tasso Fragoso, Riachão e Balsas. No início do século XXI, outros municípios passaram a ganhar destaque na produção de soja, incluindo Alto Parnaíba, São Raimundo das Mangabeiras, Sambaíba, Fortaleza dos Nogueiras e Chapadinha.

É importante destacar que, no período entre censos, a plantação de soja registrou uma variação significativa, indicando uma tendência de substituição da produção agrícola nos Cerrados Maranhenses. Essa mudança é caracterizada pela transição da agricultura tradicional, com foco em arroz e milho, para a agricultura de exportação. A cultura da soja demonstra ser menos vulnerável às dificuldades enfrentadas pela agricultura tradicional, como a falta de crédito, garantia de comercialização, preços justos, tecnologias e acesso à terra. (CARVALHO *et al.*, 2017).

#### 3.4.2. Milho (*Zea mays L.*)

O milho (*Zea mays L.*) é o cereal mais cultivado no mundo, com produção superior a 840 milhões de toneladas, na safra 2009/2010, e produtividade média de 5.194 kg ha<sup>-1</sup>, sendo o Brasil o terceiro produtor mundial, depois dos EUA e China (CONTINI; MOTA *et al.*, 2019).

Atualmente o Brasil é o 3º maior produtor de milho no mundo, com uma produção estimada de 78,5 milhões de toneladas em 2013 e 93,6 milhões de toneladas para 2022/23. O consumo interno é 66,70% da produção e a exportação atual de 18 milhões de toneladas e deve aumentar para 24,74 milhões de toneladas em 2022/2023. (BRASIL, 2018).

No decorrer dos últimos anos, o milho alcançou o lugar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, deixando para trás as culturas do arroz e o trigo. A sua importância em termos de produção, a cultura ainda se

notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, alimentação humana e animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros, etc. (MIRANDA *et al.*, 2018).

O milho é cultivado em todas as regiões do Brasil. Sua produção ocorre em diferentes épocas, de acordo com às condições climáticas das regiões. O cultivo de verão, também denominado primeira safra, é o semeio concentrado na primavera/verão e predominante das regiões produtoras, com exceção das regiões Norte e Nordeste, em que o período de semeadura ou segunda safra, é na época de maior concentração de chuvas, ou seja, a partir do mês de janeiro (CONTINI; MOTA *et al.*, 2019).

### **3.5. Armazenamento de Grãos no Leste Maranhense**

Segundo Elias *et al.* (2018) O armazenamento da produção passou a ser um critério importante no agronegócio, sendo uma ação intermediária entre a produção e a industrialização dessa matéria prima. As unidades armazenadoras são instalações construídas ou adaptadas para conservação, estabilização e armazenamentos da produção agrícola.

Apesar da modernização ocorrer desde o pós-guerra, a tecnologia agrícola empregada na maior parte do Brasil permaneceu bastante arcaica até meados da década de 60. A dinâmica produtiva das pequenas propriedades camponesas é uma tradição histórica, presente desde o início da ocupação portuguesa. Anteriormente, os indígenas também cultivavam pequenas roças com culturas para seu próprio consumo. (CONAB, 2017a).

A partir do século XX, a agricultura no Brasil aos poucos foi substituindo a mão de obra humana pela tecnologia, aderindo à utilização de maquinários, implementos agrícolas e produtos químicos. Ocorrendo a junção entre indústria e agricultura. Hoje a agroindústria, fruto dessa junção, possibilitou e viabilizou o complemento entre ambas, a agricultura hoje é guiada fortemente pela indústria e pela agroindústria (MERLADETE, 2019).

A modernização agrícola busca aumentar tanto a produtividade quanto a produção, incorporando avanços tecnológicos no desenvolvimento de sementes, insumos, defensivos e máquinas. No contexto rural, essa modernização traz uma série de inovações inéditas, enquanto, nas áreas urbanas, se integra aos setores econômicos primário, secundário e terciário. Essa expansão resulta em um complexo agroindustrial que reflete uma relação moderna entre agricultura e indústria. (BARROS, 2017).

Na logística de grãos, especialmente na soja, a interação eficiente entre transporte e armazenagem desempenha um papel crucial. Este aspecto tem sido um desafio significativo para a produção agrícola brasileira devido à inadequação e insuficiência dos armazéns, incluindo a falta de tratamento adequado dos produtos (ELIAS et al, 2018).

Até a década de 1960, no Brasil, foram construídos numerosos armazéns projetados para armazenar grãos em sacas, mas esses modelos rapidamente se tornaram obsoletos. Na década de 1970, teve início a construção de armazéns graneleiros com fundo plano ou em formato de "V" ou "W". Esses novos armazéns incorporaram equipamentos para limpeza e secagem dos grãos, além de correias transportadoras. No entanto, ainda não contavam com sistemas de monitoramento da temperatura dos grãos armazenados. (ESPINOSA; SILVAS, 2017).

Embora o plantio de grãos tenha crescido significativamente, a expansão da capacidade de armazenagem foi lenta, chegando-se à situação grave de eventualidade, conforme apontou a CONAB (2017b), que foi de se armazenar grãos à céu aberto. De fato, as regiões de fronteira agrícola do MATOPIBA continuam desprovidas de armazenagens com logística fraca para escoar a produção.

Dados oficiais projetam que a produção brasileira de soja em grão para a safra 2024/25 alcance 126,2 milhões de toneladas, representando um aumento de 33,9% em relação à safra de 2014/15. A expansão da soja é esperada devido à combinação de expansão de fronteiras agrícolas em áreas com terras disponíveis, ocupação de pastagens e substituição de lavouras existentes. Especificamente nas novas áreas do Centro-Nordeste do Brasil, que incluem a região de MATOPIBA, espera-se que a área plantada com soja e sua produção apresentem um crescimento superior à média nacional, conforme indicado por especialistas da CONAB. (MERLADETE, 2019).

O Maranhão possui uma ampla variedade de solos em todo o seu território, apresentando diversas potencialidades e limitações para atividades agrícolas e pecuárias, como lavoura, forragicultura e silvicultura. Essas características potenciais favorecem o crescimento de várias culturas. Compreender os processos que levam à perda de grãos, como o déficit de armazenagem na região, possibilita a criação de protocolos para reduzi-los, sendo essenciais estudos e debates técnicos para melhorar significativamente o desempenho do setor agropecuário (ESPINOSA; SILVA, 2018).

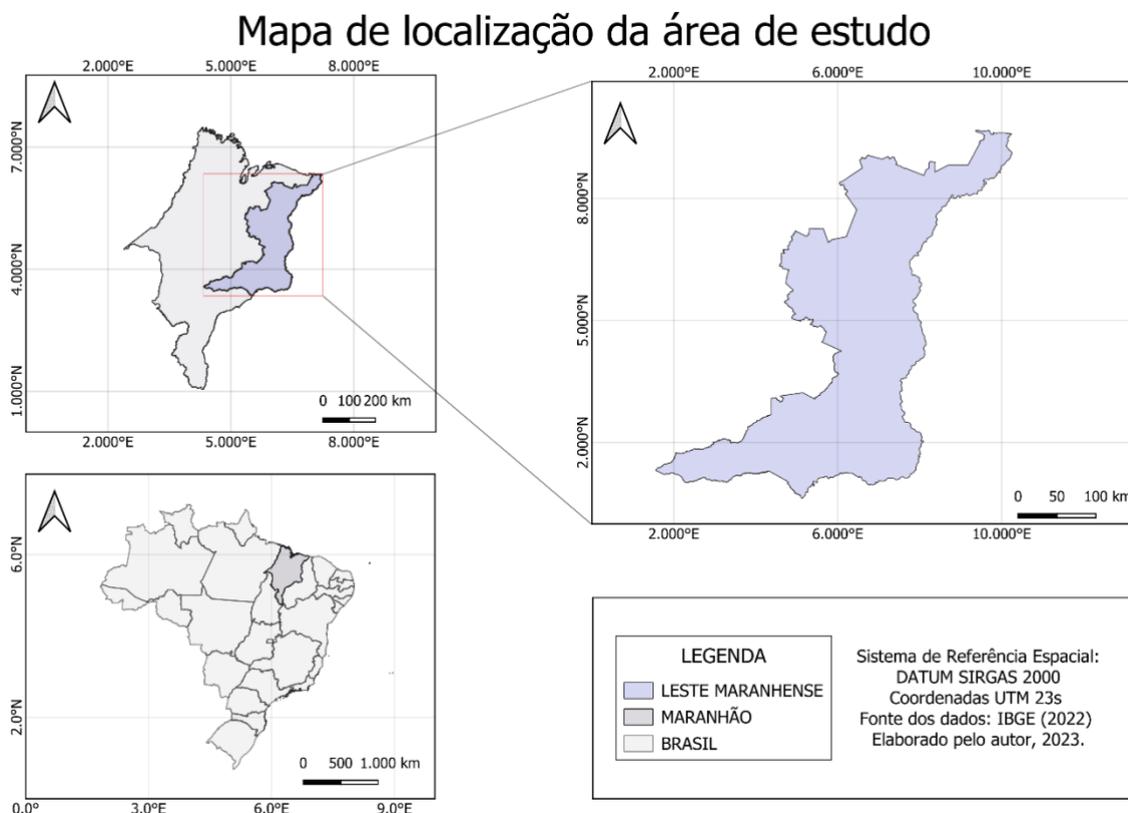
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

Este estudo de caso baseia-se na avaliação da produção de grãos e a capacidade estática das unidades armazenadoras, enfatizando a Mesorregião Leste Maranhense (70.721,216 km<sup>2</sup>) que é dividida em 6 Microrregiões, sendo estas, Baixo Parnaíba Maranhense, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Chapadas do Alto Itapecuru e Caxias composta por 44 municípios do Estado do Maranhão (IBGE, 2022).

O Leste Maranhense tem a presença dos Biomas Cerrado e a Caatinga no extremo leste fazendo fronteira com o Piauí. As condições climáticas predominantes no Leste Maranhense são Tropical Seco e Úmido, clima semiárido, temperatura média anual é em torno dos 30°C e o índice pluviométrico tem média anual de 1200 mm de acordo com o INMET (2022). A Mesorregião Leste Maranhense está localizada na porção oriental do estado do Maranhão, segundo o IMESC (2010).

**Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Dados IBGE (2022), elaborado pelo autor (2023).

Em termos de aspectos físicos, a região possui predominantemente solos arenosos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e capacidade reduzida de retenção de umidade. Esses solos estão associados a tipos bem desenvolvidos, profundos, ácidos e altamente porosos (areias quartzosas + latossolos). Além disso, há a presença de solos medianamente profundos, quase suscetíveis à erosão GEPLAN (2002).

#### 4.2. Coleta e Análise de Dados

O estudo foi realizado através da obtenção dos dados de produção da Mesorregião Leste Maranhense que foram utilizadas as variáveis de valor da produção do grão soja/milho (mil reais), área plantada (ha) e rendimento médio da produção (kg/ha) no período entre 2011 a 2021, adquiridas por meio da base da Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo o valor da produção deflacionado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) com base no ano de 2021 (IBGE, 2023; IPEA, 2023), juntamente com os dados da capacidade estática dos grãos coletados a partir das informações coletadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) conforme a Tabela 1.

**Tabela 1-** Informações, dados e período da produção agrícola e armazenagem no Leste Maranhense

Informações	Instituições	Dado	Período
Produção de grãos	IBGE	▪ Produtividade soja/milho no Leste Maranhense	2011 a 2021
		▪ Capacidade estática	2011 a 2021
	CONAB	▪ Série histórica de produção	2011 a 2021
		▪ Produtividade	2011 a 2021
Elaboração do Mapa da Mesorregião Leste Maranhense	IBGE	▪ Malha Territorial	2022
Índices agroclimáticos	INMET	▪ Precipitação	2011 a 2021
Produção de grãos	PAM (IBGE)	▪ Área, produção agrícola	2011 a 2021

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para a elaboração dos mapas foi utilizada a base de dados do IBGE armazenados para o ano de 2011 a 2021 com a utilização da plataforma MapBiomias para identificar as áreas de lavouras, que utiliza um toolkit na plataforma Google Earth Engine juntamente com o Sistemas de Informações Geográficas (SIG) o software Qgis 3.34 os mapas foram classificados e quantificados em hectares.

A obtenção dos dados meteorológicos como a precipitação anual foram extraídos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 2011 a 2021.

Conforme a Tabela 2, foram avaliados, por meio da elaboração de tabelas, gráficos, cálculo estáticos de forma descritiva:

**Tabela 2-** Dados avaliados e correlacionados para execução do estudo

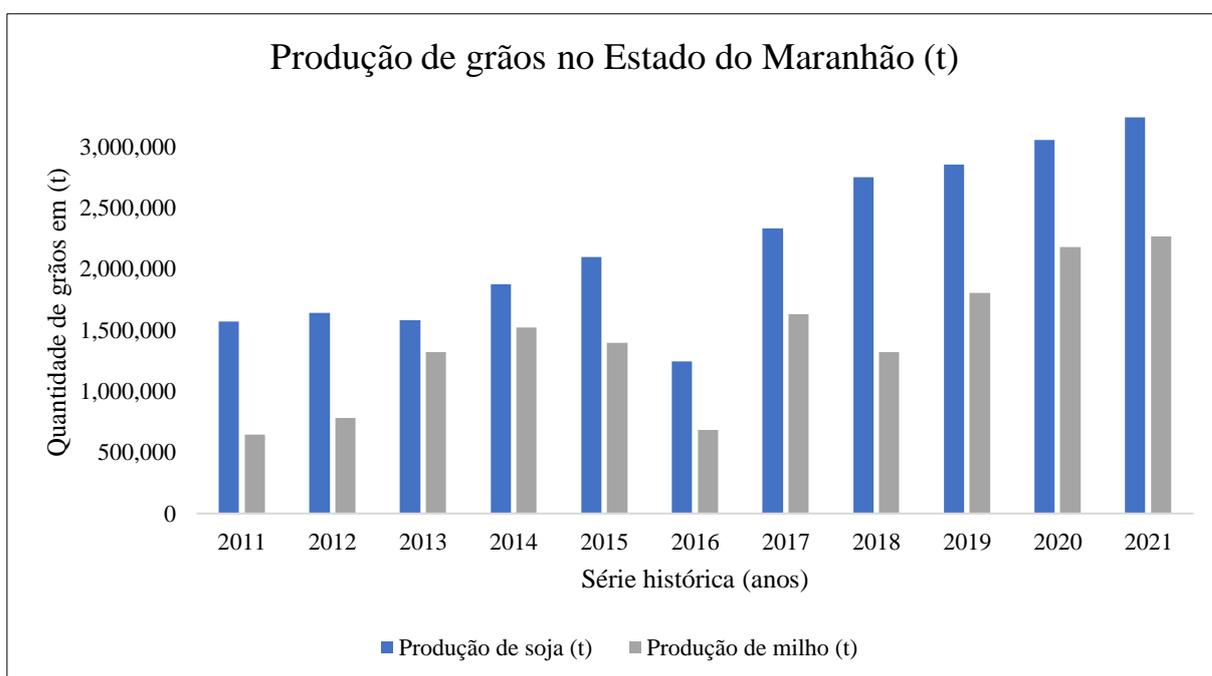
Produção de grãos e capacidade estática de armazenagem	Produção de grãos e capacidade estática do estado do Maranhão;
	Produção de grãos e capacidade estática de armazenagem por município do Leste Maranhense
	Número de unidades armazenadoras presentes no Leste Maranhense;
	Percentual do número de unidades armazenadoras no Leste Maranhense;
	Percentual da produção de milho e soja do Leste Maranhense comparada ao do estado do Maranhão;
	Déficit de capacidade estática comparada com a produção de soja e milho do Leste Maranhense;
	Capacidade estática do estado do Maranhão;
	Evolução de área, produção e produtividade para os municípios que compõe a Mesorregião do Leste Maranhense no período de 2011 a 2021 para o cultivo de soja e milho;
	Precipitação do Leste Maranhense correlacionando com produção total de grãos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com os dados extraídos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Maranhão nas últimas décadas tem se expandido gradativamente na produção agrícola de grãos, sendo impulsionado por diversos fatores como sua extensa malha territorial até sua diversidade climáticas em várias regiões do Estado. Na Figura 2 é possível observar o crescimento na produção de grãos em todo Estado do Maranhão sendo utilizado duas variáveis, soja e milho.

**Figura 2** - Gráfico da produção de grãos (soja/milho) no Estado do Maranhão



Fonte: IBGE (2022) adaptado pelo autor (2023).

No ano de 2016, como pode ser visto na Figura 2 houve uma queda expressiva na produção de grãos, relacionando com o ano de 2015 o percentual foi de  $-40,81\%$  resultante das condições climáticas que ocorreram no ano mencionado. A adversidade climática foi particularmente grave, a falta de chuva decorrente ao El Niño afetou diversas regiões do país principalmente os estados do Centro-Oeste, Goiás, Mato Grosso e na região do Maranhão, Tocantins e Bahia, causando grande quebra na safra (CNA, 2016).

Segundo as projeções previstas pelo FAPRI (2008) a taxa de crescimento anual da produção no período de 2011/12 a 2021/2022 seria de  $2,30\%$  para o Estado do Maranhão. Essa taxa superaria a estimativa mundial para a próxima década, que era de  $0,84\%$  ao ano. Através dos cálculos realizados é possível observar que a taxa de crescimento foi de  $10,27\%$  durante o período analisado.

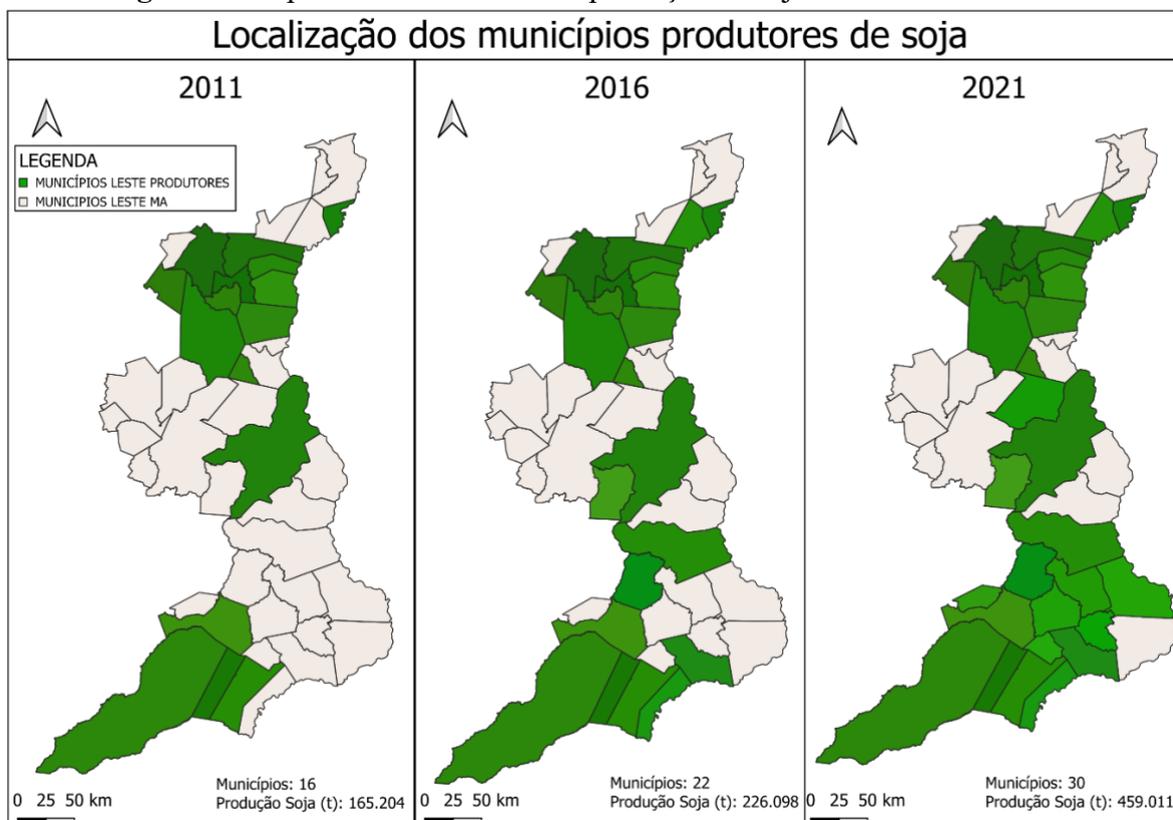
De acordo com Araújo *et al.* (2013) no Nordeste, durante anos de El Niño, as secas severas causam perdas agrícolas, resultando na redução na renda destas atividades de produção. Em áreas semiáridas, isso leva a efeitos críticos, como a deterioração dos indicadores sociais, um aumento no êxodo rural e redução das atividades agrícolas entre outros problemas.

A partir do fenômeno do El Niño, os anos consecutivos conseguiram ter um aumento gradativo nas duas variáveis com médias percentuais de 24,50% para soja e 36,27% para o milho. Bento (2020) afirma que o aumento desse percentual está principalmente ligado à adoção de técnicas de plantio direto e à utilização de tecnologias na produção, como a utilização de grãos geneticamente modificada, resultando assim em menores custos de produção.

### 5.1. Produção agrícola na Mesorregião Leste Maranhense

Para uma melhor abordagem das condições de produção de grãos do Maranhão, a pesquisa utilizou a Mesorregião Leste Maranhense, como referencial de estudo, pois a região é tida como grande potência agrícola em desenvolvimento. Dos 44 municípios do Leste Maranhense até o ano de 2021 todos produziam milho e apenas 30 municípios produzem soja (Figura 3).

**Figura 3-** Mapa da série histórica da produção de soja no Leste Maranhense



Fonte: Dados IBGE (2022), adaptado pelo autor (2023).

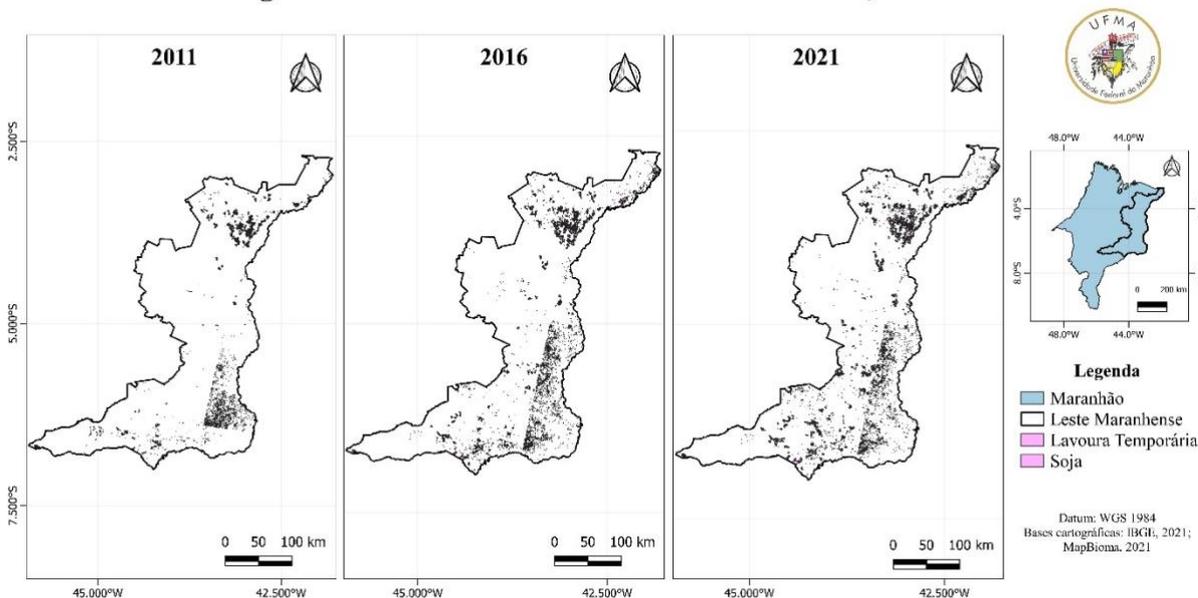
Como mostra na Figura 3, em 2011 apenas 16 municípios produziam soja com uma quantidade de 165.204 t. No ano de 2016 mais 6 municípios começaram a participar da produção totalizando a safra 2016/17 em 226.098 t. E no último ano do período do estudo avaliado subiu para 30 municípios produtores de soja, aumentando a taxa de crescimento da produção agrícola da mesorregião em mais 90,00% totalizando a safra 2021/22 em 459.011 t.

Esse aumento dos municípios para produção agrícola dos grãos é explicado por Elias (2012), onde afirma que as áreas de cultivo no cerrado, há um forte interesse por parte de agricultores, empresas locais e transnacionais devido à topografia plana e aos custos reduzidos. O solo apresenta um alto potencial produtivo, pode alcançar bons rendimentos com a aplicação adequada de insumos.

Na Figura 4, o mapa de uso e ocupação do solo identificou as áreas de cultivo da produção de grãos como a soja e o milho (lavoura temporária) no Leste Maranhense, dividindo a série histórica do estudo em 3 partes para a melhor visualização da área ocupada pela agricultura.

**Figura 4-** Mapa do cultivo agrícola no Leste Maranhense

**Cultivo Agrícola no Leste Maranhense nos anos de 2011, 2016 e 2021**



Fonte: Dados MapBiomas (2022), adaptado pelo autor (2023).

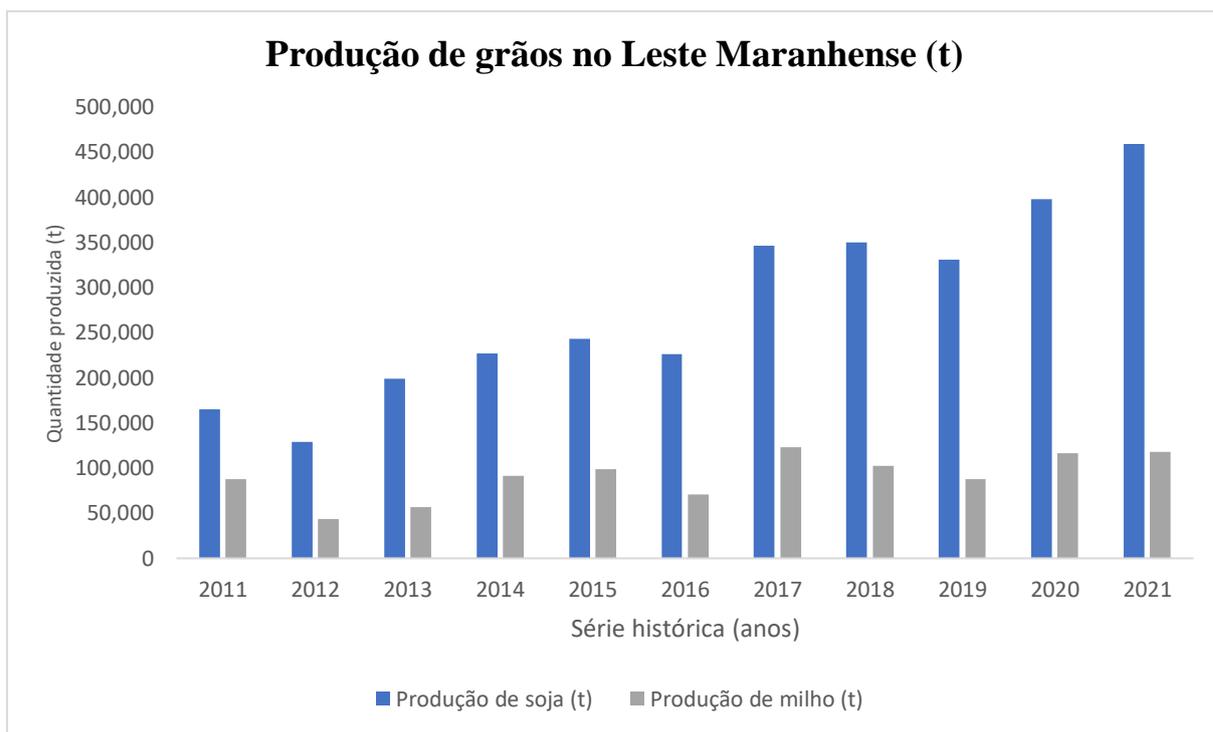
Na Figura 4, o uso e ocupação do solo na área da Mesorregião do Leste Maranhense em 2011 a cultura da soja ocupava uma área de 0,70% ou 60.736 ha, em 2016 o aumento foi para 1,50% ou 103.540 ha e em 2021 chegando aos 2,10% ou 153.082 ha. O milho (lavoura temporária) no ano de 2011 tinha uma participação de 0,31 % ou 86.493 ha, 2016 teve uma

redução para 0,25% ou 53.845 ha, e em 2021 para 0,28% ou 51.640 ha, correlacionando com área total região.

Filho *et al.* (2016) afirma em suas palavras que é notável o crescimento da produção de soja, já em relação ao milho o crescimento não foi consoante devido a cultura ser plantada normalmente na entressafra, safrinha ou consorciado com alguma outra cultura e sendo utilizado muitas das vezes para ser planta de cobertura para o solo e pouco para a produção de grãos. Esse tipo de cultivo gera efeitos positivos para o produtor como maior cobertura do solo, ciclagem de nutrientes, maior atividade biológica e maior produtividade da cultura que irá suceder.

Para um melhor levantamento das informações, foi elaborado uma comparação entre os dados da produtividade de soja e milho dos 44 municípios presentes na região entre os anos de 2011 a 2021. A Figura 5 foi elaborada a partir dos dados obtidos pelo PAM-IBGE (2022).

**Figura 5** - Gráfico da produção total de grãos no Leste Maranhense (t)



Fonte: PAM-IBGE (2022) adaptado pelo autor (2023).

Começando a análise pelo ano de 2012 a produção de grãos teve uma queda expressiva, a variável milho comparando com o ano de 2011 foi um percentual de taxa de crescimento de -102,80% para o milho e soja de -27,71%.

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA (2022), em 2012 o Nordeste enfrentou uma das secas mais intensas das últimas décadas, resultando em diversas perdas. O agronegócio teve seu pior desempenho desde 2009, registrando uma queda de 2,30% no Produto Interno Bruto (PIB) do setor, causa resultante do fenômeno La Niña que fez com que as lavouras da região tivessem uma redução no volume e na frequência das chuvas em comparação com o registrado em dezembro/2011. Para o restante meses consecutivos, ocorreu maior variabilidade, com a alternância entre episódios de chuvas (associados a frentes frias) e alguns períodos mais secos.

Em vista ainda na Figura 5, em 2016 também é possível ver a queda da safra na região para a soja foi de -7,07% já que a produção da *commoditie* no Leste Maranhense teve apenas 18,19% de participação em relação a produção total do Estado. O milho, por sua vez teve uma queda de -40,00% em relação ao ano anterior. Conforme o MAPA (2022) a queda da safra em 2016 trouxe para os produtores de grãos (soja/milho) um prejuízo de aproximadamente de R\$16 bilhões, decorrência principalmente das condições hídricas causadas pelo fenômeno do El Niño que teve intensidade forte no ano de 2016.

De acordo com a Embrapa (2007), os fatores climáticos que mais causam impactos na produção de milho são a radiação solar, a precipitação e a temperatura, pois afetam significativamente as atividades fisiológicas e, conseqüentemente, a produção de grãos e matéria seca. Com isso é bastante notável a queda expressiva na produção do milho em épocas de fenômenos climáticos que causam déficit na produtividade agrícola.

Em 2017, na Figura 5 o aumento da taxa de crescimento da produção no Leste Maranhense foi para a soja 34,68% e 42,47% para o milho em relação ao ano anterior, correspondendo a aproximadamente 15,00% da produção total do Estado. Conforme a CONAB (2018), o aumento de área, as melhores condições climáticas, a semeadura em momento apropriado, o bom monitoramento de pragas e doenças, o manejo adequado do plantio, o uso intensivo de tecnologia, a estabilidade comercial e a rentabilidade da produção em relação a outras culturas foram algumas das causas do resultado positivo alcançado na safra de 2017/18.

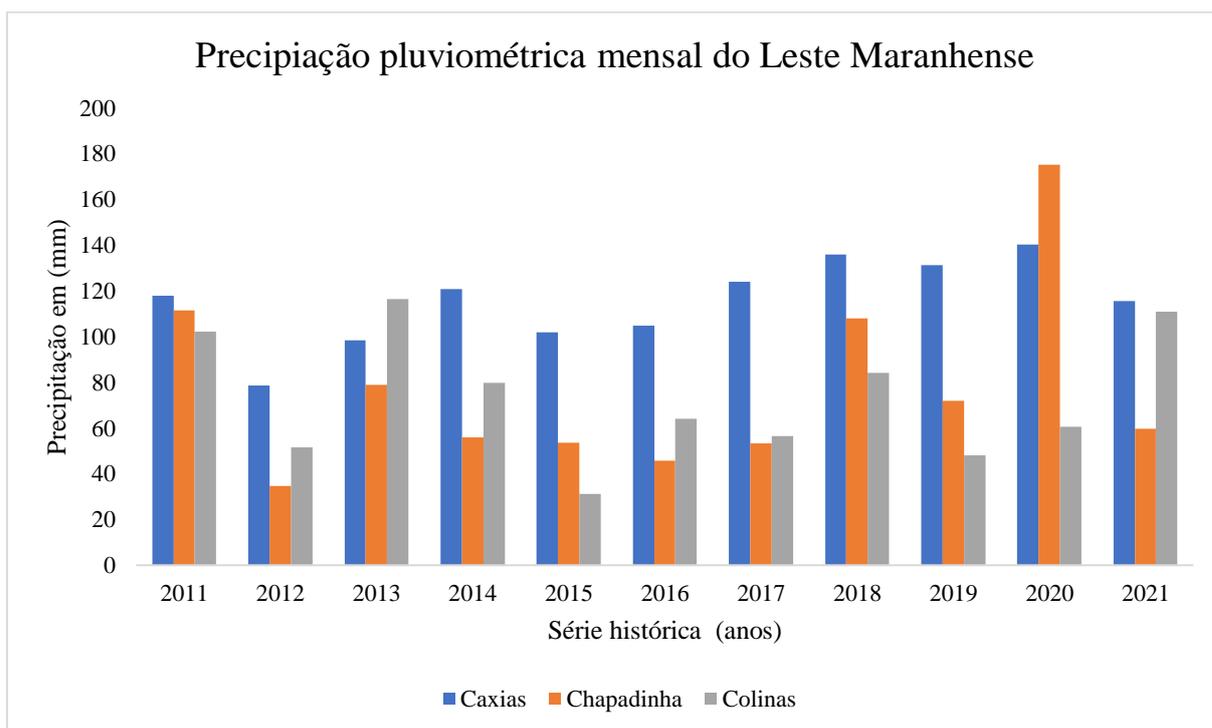
Após duas safras consecutivas de crescimento apenas para a soja, o milho seguia em expressiva queda, no ano de 2018 que foi de -19,70% e de -17,21% para o ano de 2019 podendo ser observado na Figura 5, de acordo com a CONAB (2020), o atraso no plantio da safra anterior da soja resultou em um atraso subsequente no plantio do milho associado ao período de estiagem, colocando-o fora da janela recomendada pelo Zoneamento Agrícola de Risco

Climático-ZARC. Isso teve impactos na produtividade, que, combinado com a redução na área plantada, resultou em perdas na produção.

Os anos consecutivos conseguiram ter uma taxa de crescimento significativo em ambas as variáveis devido a adoção de práticas agrícolas modernas, o uso de tecnologias avançadas, como sementes melhoradas e maquinário eficiente, condições climáticas favoráveis e práticas agrícolas sustentáveis.

A disponibilidade hídrica para as culturas da soja e do milho é resultante para todos os processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, e a chuva é o elemento meteorológico que mais limita a produtividade agrícola, principalmente na região do Cerrado (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Foi feito um levantamento através da plataforma do INMET a precipitação pluviométrica do Leste Maranhense entre os anos de 2011 a 2021 como mostra na figura 6.

**Figura 6** – Gráfico da precipitação pluviométrica do Leste Maranhense



**Fonte:** INMET (2021) adaptado pelo autor (2023)

Com os dados da pluviometria é visível observar a taxa de crescimento ou a diminuição da produção agrícola com a disponibilidade hídrica para o Leste Maranhense. Observou-se grande variação na precipitação anual nos anos de 2012, 2015 e 2019 foi de aproximadamente 50,00% em relação aos anos que os antecedem. Fenômeno como o El Niño contribui para acentuar a variabilidade anual das chuvas refletindo na produtividade da cultura dos grãos.

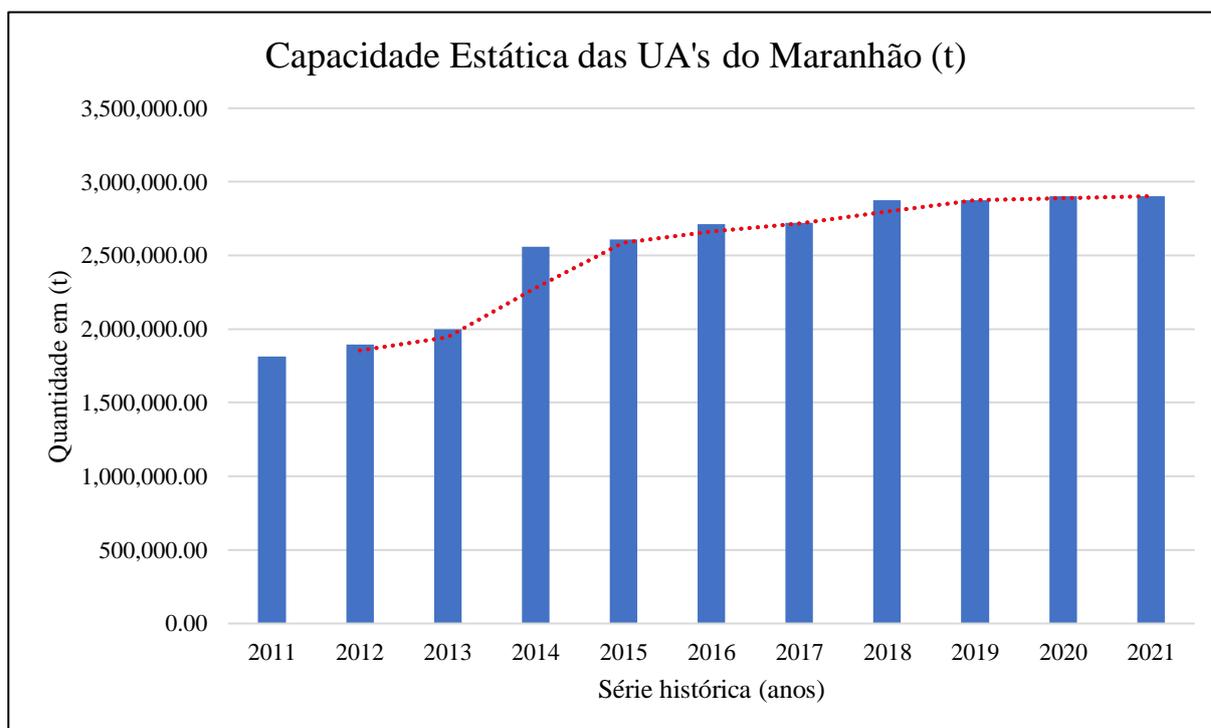
## 5.2. Capacidade estática do Leste Maranhense

Segundo a CONAB (2023), a capacidade estática de unidades armazenadoras no Brasil era um total de 191.934.906 t no ano de 2021 incluindo armazéns do tipo graneleiro e convencional, para o mesmo ano e para o mesmo tipo de armazém, a região do MATOPIBA possuía uma capacidade de 15.156.417 t representando 7,89% da capacidade estática nacional, possuindo um total de 943 unidades armazenadoras, sendo 707 destinadas à armazenagem a granel e 236 para armazenagem convencional (em sacarias 75,00% ou bags 25,00%).

A região MATOPIBA abrange as mesorregiões do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A logística de escoamento da produção de grãos nessa área é afetada por déficits no sistema de transporte e infraestrutura do Brasil, resultando em perdas tanto para os produtores quanto para as exportações. Uma solução para diminuir esse problema seria investir em unidades armazenadoras, o que preservaria a qualidade dos grãos.

O Maranhão conforme mostra na Figura 7 teve uma taxa de crescimento da capacidade estática entres os anos de 2011 a 2021 de 60,10% chegando ao ano de 2021 com uma capacidade total do estado de 2.902.426 t sendo 97,02% destinadas a armazenagem granel e 2,97% armazenagem convencional.

**Figura 7** – Gráfico da capacidade estática das unidades armazenadoras do Estado do Maranhão



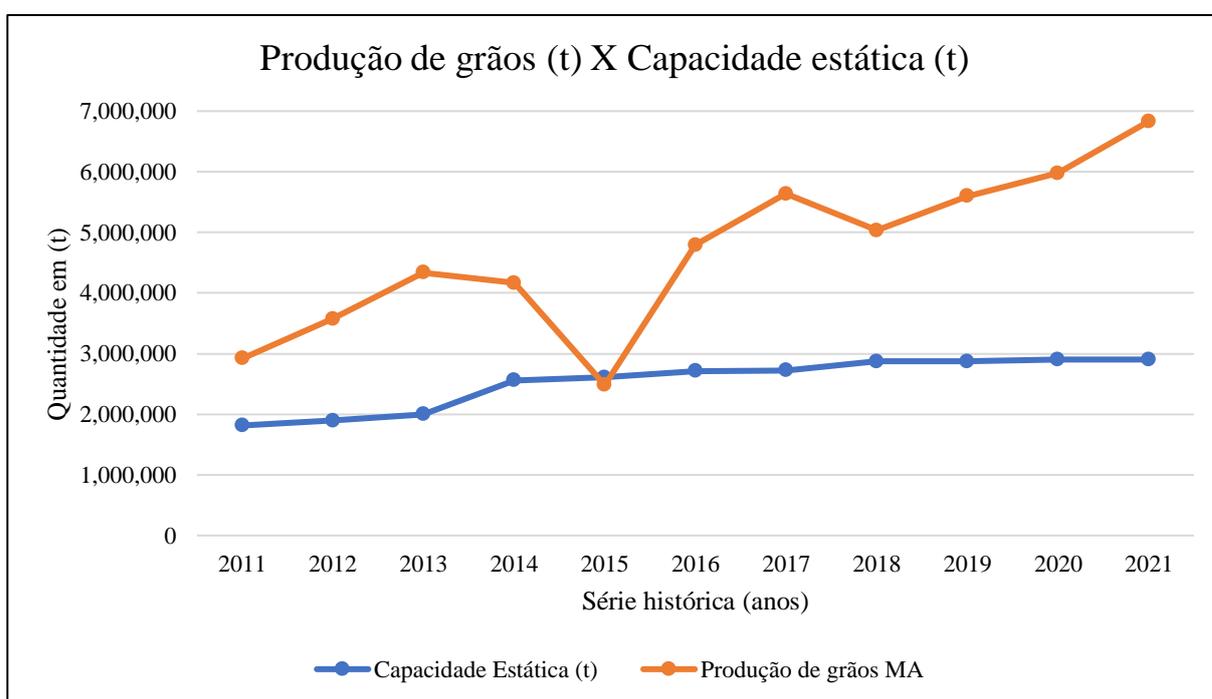
Fonte: CONAB (2023) adaptado pelo autor (2023).

Conforme Buss *et al.* (2019), a capacidade estática de armazenamento no Maranhão é limitada em relação à produção de grãos do estado, confirmado pela Figura 7. Apesar desse déficit, a maior parte das unidades armazenadoras está concentrada nas regiões produtoras, sendo relevante observar que a maioria dos silos é destinada ao consumo local, como as mesorregiões Central, Leste e Oeste Maranhense que possuem baixa capacidade de armazenagem de grãos.

Para Kong, Chang (2013), o desafio no armazenamento de grãos próximo às áreas produtivas força a venda da safra durante a colheita, impedindo a comercialização da soja na entressafra com preços mais vantajosos. A armazenagem inadequada dos grãos de soja pode impactar as características proteicas, resultando na diminuição do rendimento e da qualidade dos produtos derivados da soja.

Na Figura 8, temos a produção total de grãos do Leste Maranhense (t) em relação a capacidade estáticas das unidades armazenadoras presentes em toda a região.

**Figura 8** – Gráfico da produção de grãos em relação a capacidade estática do Estado do Maranhão em (t)



Fonte: CONAB (2023) adaptado pelo autor (2023).

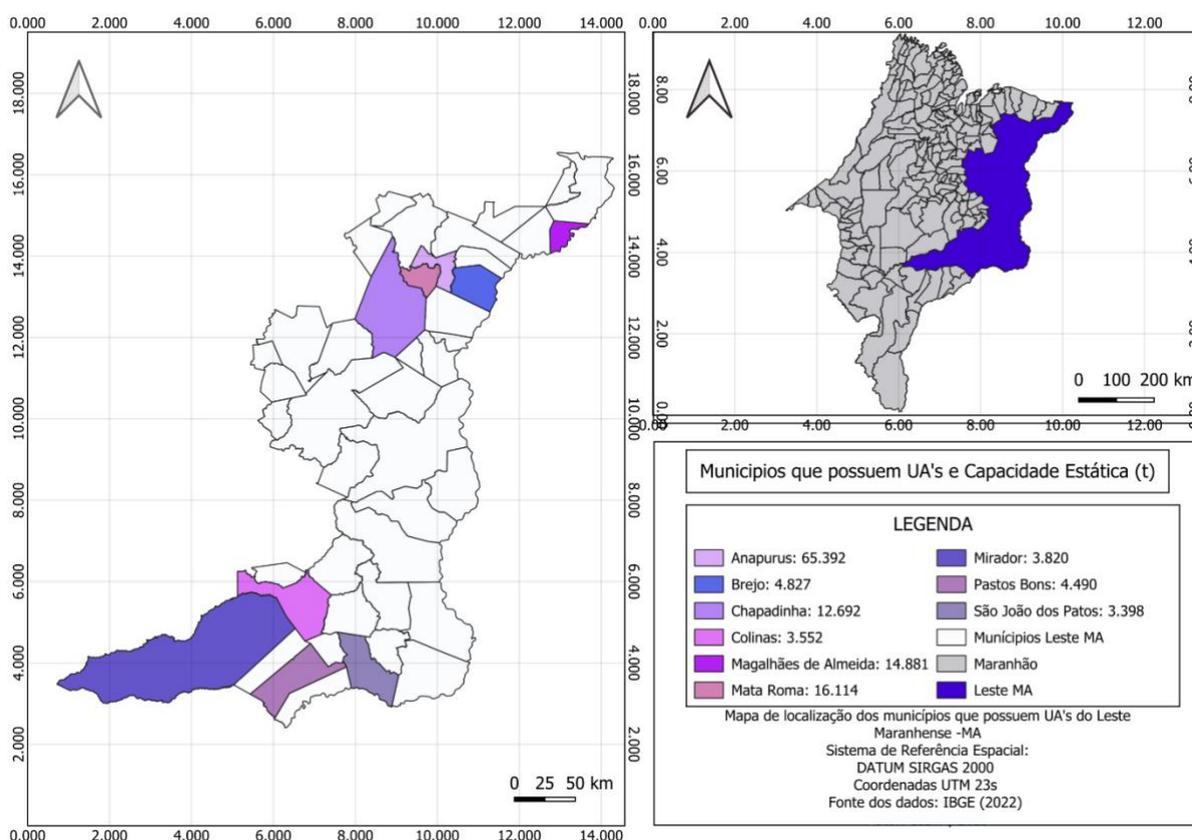
Foi realizado a correlação com os dados extraídos da CONAB, é possível observar na Figura 8 como a capacidade estática não acompanhou o crescimento com a produção de grãos. O Maranhão encerrou a safra 2021/22 com um total de 6.828.700 t enquanto em 2019 e 2021 a capacidade estática se manteve estável com 2.902.426 t, nos últimos 4 anos do período de

estudo teve uma variação na taxa de crescimento de apenas de 6,64% em relação com a produção de grãos.

Os dados apresentados na Figura 8 demonstram que as diferenças entre a capacidade de armazenagem e a produção de grãos não apresentam uma perspectiva favorável para os anos futuros. Segundo a CONAB (2023), a estimativa para a produção de grãos no Maranhão para a safra 2023/24 é de 7.044,800 t, enquanto a capacidade estática teve uma variação de apenas 0,14% do último ano da série histórica em comparação com a data que esta pesquisa está sendo realizada.

A Mesorregião Leste Maranhense conta com uma capacidade estática de 135.361 t, dentre os 44 municípios, apenas 9 possuem armazéns como mostra a Figura 9.

**Figura 9-** Mapa de localização dos municípios que possuem Unidades Armazenadoras do Leste Maranhense



Fonte: Dados IBGE (2022), adaptado pelo autor (2023).

O Leste Maranhense apresenta uma quantidade baixa no número de unidades armazenadoras com apenas 29 armazéns espalhados pela Mesorregião, 10 do tipo convencional e 19 do tipo graneleiro. Em relação a capacidade estática total do Estado, o Leste tem uma participação de 4,66% e dessa porcentagem o município de Anapurus é líder em unidades

armazenadoras como uma capacidade estática de 65.392 t correlacionando com os outros municípios descritos na figura 9 tem uma participação de 50,51% da capacidade total das unidades armazenadoras presentes na mesorregião.

Quando se correlaciona com a produtividade total dos grãos produzidos no Leste Maranhense os dados são menores, porcentagem da produção que seria armazenada é só de 4,17%. A diferença entre a capacidade de armazenamento e a produção de grãos não é promissora para os próximos anos. A mesorregião mostra um déficit superior a 50,00%, refletindo outras regiões produtoras de grãos no Brasil. Esse déficit ocorre porque, inicialmente, a prioridade foi à implantação de lavouras e à produção de grãos, sendo o planejamento em infraestrutura realizado posteriormente. Isso resultou em uma desvantagem contínua para o setor de armazenagem em relação ao campo.

Pozze (2020), em suas palavras afirma que a falta de investimento em unidades armazenadoras se dá devido que a grande parte dos agricultores são classificados como pequenos e médios. Geralmente, esses agricultores não dispõem de recursos para investir em armazéns, e a instabilidade dos preços cria incertezas, tornando o retorno do investimento insuficiente. Diante dessa realidade, os produtores tendem a realizar o escoamento rápido durante a safra.

A deficiência da armazenagem da região do Leste Maranhense faz com que os produtores de grãos vendem quase toda a sua safra antes da colheita, sem poder esperar os melhores preços do mercado. A lei da oferta e da demanda opera constantemente, quanto mais o grão é produzido menor é o preço dele no mercado.

Segundo a Conab (2021), a decisão de investir na armazenagem de grãos representa um crucial aspecto do planejamento estratégico da fazenda, levando ao produtor um diferencial significativo na rentabilidade. Essa prática proporciona a flexibilidade de comercializar sua produção no momento mais propício, alinhado às condições de mercado, assegurando a qualidade do produto. A armazenagem é o resultado de um longo processo que inicia na preparação do solo, abrangendo escolha da semente, plantio e enfrentamento das condições desfavoráveis, sendo vital para preservar os esforços empregados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Leste Maranhense é altamente eficiente na produção de grãos, sendo possível observar essa expansão da produtividade nos últimos, porém há um grande déficit na capacidade estática sendo superior a 50% correlacionando com a produção. A abertura de novas áreas agrícolas, o avanço no investimento da tecnologia na agricultura faz com que a mesorregião tenha o potencial produtivo bastante expressivo.

A evolução da produtividade de soja e milho na mesorregião foi bastante expressiva na última década, as duas variáveis apresentaram crescimentos significativos. O milho não acompanhou o crescimento comparado a soja devido a cultura ser plantada normalmente na região como “safrinha” ou consorciado com alguma outra cultura, sendo utilizado normalmente como planta de cobertura para o solo e pouco para a produção de grãos.

Os principais desafios na produção de grãos no Leste Maranhense são os fenômenos climáticos que ocorrem em alguns anos causando um impacto na hora da colheita, porém as condições nos anos seguintes são, de certo modo, favoráveis no que diz respeito ao clima para a produção.

A região conta com um total de 29 armazéns distribuídos por alguns municípios da região de estudo, correspondendo cerca de 4,66 % da capacidade estática total do Estado do Maranhão, resultando assim na insuficiência da capacidade estática para a demanda da produtividade agrícola ocasionando em perdas qualitativas e quantitativas para o produtor.

Diante da quantificação dos dados se faz necessário investimentos em infraestrutura de unidades armazenadoras em toda a mesorregião, pois, a etapa de armazenamento é fundamental para a segurança alimentar, onde contribui para o equilíbrio entre a oferta e a demanda, estabilizando os preços de mercado, reduzindo perdas entre propriedades e conseqüentemente amplia as oportunidades de lucro para o produtor.

Os resultados obtidos fornecem uma percepção considerável para compreender a dinâmica complexa entre a agricultura local e os recursos disponíveis, enriquecendo o entendimento acadêmico sobre a região, oferecendo informações práticas para políticas públicas, agricultores.

Assim, ao reconhecer a capacidade estática como um fator determinante na produção de grãos, este trabalho se revela essencial para o incentivo de abordagens mais eficazes e adaptáveis, visando aprimorar a resiliência, o desenvolvimento sustentável da região e o rendimento do setor agrícola na Mesorregião do Leste Maranhense.

## REFERÊNCIAS

- AGRO SATÉLITE GEO TECNOLOGIA APLICADA. **Análise geoespacial da dinâmica das culturas anuais no bioma Cerrado. 2000-2014.** Florianópolis, 2017.
- ALVES, Eliseu; SOUZA, Geraldo da Silva. **Matopiba pelo censo agropecuário 2006.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2018.
- ALVES, Eliseu. Excluídos da modernização da agricultura- responsabilidade da extensão rural? **Revista de Política Agrícola.** Ano XXV, n. 9. Jul/set. 2017.
- ANDRADE, Ricardo Guimarães; BOLFE, Edson Luis. et al. Geotecnologia: recuperação de pastagens no cerrado. **Agroanalysis.** v. 10, p.30-32, 2017
- ARAÚJO, P. H. C.; FÉRES, J.; REIS, E.; BRAGA, M. J. Eventos climáticos extremos: efeitos dos fenômenos el niño e la niña sobre a produtividade agrícola. In: BOUERI, R.; COSTA, M. A. (Eds.). **Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas.** Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2013. v. 3
- ARAÚJO, P. F. et al. Os três problemas da agricultura e suas soluções. **Revista de Políticas agrícolas,** v. 28, n.3, p.5-8, 2019.
- BARROS, A. L. M. **Capital, produtividade e crescimento da agricultura: o Brasil de 1970 a 1995.** Doutorado em Ciências, Piracicaba, 2017.
- BENTO, José Alex Nascimento et al. Impacto do El Niño oscilação sul (ENOS) e da El Niña no mercado da soja brasileira. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate,** v. 10, p. 1326-1350, 11 dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.3151>
- BOTELHO, Adielson Correia. **A expansão sojícola em territórios de produtores tradicionais na microrregião de Chapadinha – Maranhão.** Revista Percurso – NEMO, Maringá, v.9, n.2, p. 05-20, 2018.
- BRAGA, M.J. et al. **O impacto da extensão rural na renda produtiva.** Brasília: JPEA, 2019. Cap.5, p.137-160.
- BRANDÃO, A. S. P. Aumento de produtividade e exportação: uma análise exploratória. **Brasília Anais...** Brasília: Embrapa, 2018. p. 91-134.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Assessoria de Gestão Estratégica – Brasília: Mapa/ACS, 2018.
- BRASIL. **Plano de Ação Conjunta Entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China 2015-2021,** 2015. Disponível em <https://www.gov.br/mre/pt-br/declaracao-conjunta-entre-a-republica-federativa-do-brasil-e-a-republica-popular-da-china/> Acesso em 24 de abril de 2023.
- BUSS, R. N.; MENDANHA, J. F.; DA SILVA, D. M.; SIQUEIRA, G. M. Infraestrutura logística de transporte e armazenagem da soja no estado do Maranhão – Brasil. **Brazilian Journal of Development.** Curitiba, v. 5, n. 12, 2019.

CAMPELO, Gilson J. **Vantagens competitivas da exploração da soja no cerrado do Nordeste do Maranhão**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 2p.

CARVALHO, M. A. C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: DF, v.39, n.11, p. 1141-1148, no. 2017.

CASTRO, A. B. de. **Agricultura e Desenvolvimento no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Forense, 2018.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CHADDAD, F. [BOOK][B] **The economics and organization of Brazilian agriculture: Recent evolution and productivity gains**. Estados Unidos. Elsevier Books. 2016

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Safra de grãos 2015/2016 terá queda de 10,3% em consequência das adversidades climáticas**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/safra-de-graos-2015-2016>. Acesso em: 05 dezembro de 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perdas em transporte e armazenagem de grãos: panorama atual e perspectivas**. Brasília, DF: Conab, 2021. 197 p. Organizadores: MACHADO JÚNIOR, Paulo Cláudio; REIS NETO, Stelito Assis dos.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Série Histórica da Capacidade Estática – Brasil – por Unidades da Federação**. 2017b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/armazenagem>. Acesso em 24 de abril de 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Os resultados da safra 2017/18: A receita bruta e líquida operacional dos produtores de algodão, amendoim e soja / responsável técnico Aroldo Antonio de Oliveira Neto**. – Brasília: Conab, 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Grãos: Conab confirma safra 2017/2018 como a segunda maior da história**. Canal Rural. 2020. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/graos-conab-confirma-safra-2017-2018-como-a-segunda-maior-da-historia>.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas – Brasil – por Unidades da Federação**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em 26 de abril de 2023.

CONAB. **Armazenagem agrícola no Brasil**. 2017a. Brasília. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos>. Acesso em: 28 de outubro de 2023.

CONTINI, Eliseo; MOTA, Mierson Martins *et al.* **Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Embrapa. Fevereiro, 2019.

ELIAS, Denise. **Reestruturação produtiva da agropecuária e novas regionalizações no Brasil**. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2017, p.25-44.

ELIAS, D. Relações campo-cidade, reestruturação urbana e regional do Brasil. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA*, 12, 2012, Bogotá- Colômbia. **Anais [...]**. Bogotá-Colômbia: Universidade Nacional de Colômbia, 2012. p.1-16.

ELIAS, M. C; OLIVEIRA, M.; VENIER, N. L. **Tecnologias de pré-armazenamento e conservação de grãos**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p.1-100, 2018.

EMBRAPA. Espaço Temático – Matopiba – **Embrapa**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em 11 de maio de 2023.

EMBRAPA. Sistemas de Produção - **Embrapa Milho e Sorgo**. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital /Clima-solo>. Acesso em: 06 de dezembro de 2023.

ESPINOSA, D. C. R.; SILVAS, F. P. C. Resíduos sólidos: abordagem e tratamento. **Curso de Gestão Ambiental**. 2 ed. Barueri: Manole, 2018, p. 195-255.

FAPRI. World agricultural outlook 2008. **Center for Agricultural and Rural Development - Iowa State University**, 2008. Disponível em: Acesso em: 05 dezembro de 2023.

FERNANDES, Bernardo M. **Questões Agrária: conflitualidade e desenvolvimento territorial**. Campinas: Editora da Unicamp. 2018. p.173-230.

FILHO, O.F.L. et al. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática**. Brasília: Embrapa, 2016. 440 p.

FREDERICO, Samuel. Economia política do território e as forças de dispensação e concentração no agronegócio Brasileiro. **GEOgraphia**, v.17. p. 68-94, 2018.

FREITAS, Rogério Edivaldo; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de. **Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos**. RESR, Piracicaba – SP, vol. 54, n.03, p. 497-516. Jul/Set., 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 11 de maio de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/-levantamento-sistematico-da-producao-agricola>. Acesso em 26 de abril de 2023.

IFOPE, EDUCACIONAL - **Porque a Armazenagem de Grãos é um Gargalo para o País** – Edição Concursos Agrônomos. Postado em 16 de abril de 2019. Disponível em: <http://blog.ifopecom.br/armazenagem-de-graos/>. Acesso em 23 de abril de 2023.

GEPLAN - Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA/ GEPLAN, 2002. 44p.

IMESC. **Anuário Estatístico do Maranhão** / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. V. 1 (1968). São Luís, 2010

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Clima e Precipitações**. 2022. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/prec>. Acesso em 11 de maio de 2023.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira**. 2018 Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/>. Acesso em: 27 de abril de 2023

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Produtividade Agrícola Brasileira**. 2023 Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> Acesso em: 27 de abril de 2023.

KONG, F.; CHANG, S. K. C. 2013. Changes in protein characteristics during soybean storage under adverse conditions as related to tofu making. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 387–393.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Histórico de perdas na agricultura brasileira: 2000-2021** / Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/AECS, 2022.

MAPBIOMAS - **Projeto MapBiomass** – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 20 de novembro de 2023. Disponível em: <http://brasil.mapbiomas.org>

MARANHÃO. Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária. Sistema Estadual de Agricultura e Abastecimento – Secretaria de Agricultura. **Subsídios para um programa de expansão da cultura da soja no estado do Maranhão**. São Luís, 1983

MERLADETE, Aline. **Capacidade de armazenagem agrícola**. AGROLINK. 2019. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/armazenagemhistorico.aspx>>. Acesso em: 28 de outubro de 2023.

MESQUITA, B. A. de. **A dinâmica recente do desenvolvimento do Maranhão: diagnóstico e perspectivas**. 2018.

MIRANDA, R.A. de; LICIO, A.M.A.; PURCINO, A.A.C *et al.* **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

MORAES, Maria D. **Um povo do cerrado entre baixões e chapadas- modo de vida e crise ecológica de camponeses nos cerrados do sudeste piauiense**. São Paulo: Editora da UNESP, 2018, vol. V, p. 131-161.

NEPOMUCENO, Alexandre Lima; FARIAS, José Renato Boucas; NEUMAIER, Norman. **Características da Soja**. EMBRAPA. 08/12/2021.

PAM-IBGE. Produção Agrícola Municipal - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados da Produção Agrícola Por Município**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama>. Acessado em 11 de maio de 2023

PIRES, Mauro. Os programas agrícolas na ocupação do cerrado. **Sociedade e Cultura**. Goiânia, v.3, n.13, p.111-113, jan-dez., 2018.

POZZE, M. B. **Capacidade estática de armazenagem no Brasil**. Monografia (Especialização em Planejamento e Estratégias de Desenvolvimento). ENAP, 24p. Brasília, 2020.

RODRIGUES, R. **Matopiba Tchê**. Jornal Zero Hora. 2018. Disponível em: <[zh.clicrls.com.br/especiais-zh/zh-matopiba-the/phone/index.htm/](http://zh.clicrls.com.br/especiais-zh/zh-matopiba-the/phone/index.htm/)>. Acesso em: 26 de outubro de 2023.

SILVA, J. de R. S. **Segurança alimentar, produção agrícola familiar e assentamento de reforma agrária**. 2018. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Maranhão.

ZHOURI, Andrea et al. **Desenvolvimento, sustentabilidade e conflitos socioambientais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019, p. 11-26.