



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

GILVAN FARIAS DOS SANTOS

INTERAÇÃO DA PLUVIOMETRIA COM A PRODUÇÃO DE LAVOURAS
ALIMENTARES DE SEQUEIRO NA SUB-REGIÃO NORDESTINA DA SERRA ALTA,
BRASIL

FORTALEZA

2024

GILVAN FARIAS DOS SANTOS

INTERAÇÃO DA PLUVIOMETRIA COM A PRODUÇÃO DE LAVOURAS
ALIMENTARES DE SEQUEIRO NA SUB-REGIÃO NORDESTINA DA SEALBA,
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S235

Santos, Gilvan Farias dos.

Interação da pluviometria com a produção de lavouras alimentares de sequeiro na Sub-Região Nordeste da Sealba, Brasil / Gilvan Farias dos Santos. – 2024.
80 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos.

1. Semiárido brasileiro. 2. Agricultura de sequeiro. 3. Instabilidade pluvial. 4. Sub-região SEALBA. 5. Produção agrícola. I. Título.

CDD 338.1

GILVAN FARIAS DOS SANTOS

INTERAÇÃO DA PLUVIOMETRIA COM A PRODUÇÃO DE LAVOURAS
ALIMENTARES DE SEQUEIRO NA SUB-REGIÃO NORDESTINA DA SEALBA,
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial pa obtenção do título de mestre. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovada em: 04/04/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Newton Pires Reis
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, pela força e dedicação, em
todos os momentos difíceis de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me fortalecer em momentos difíceis e proporcionar oportunidades que sempre irei agradecer. O meu Senhor é minha luz e a minha salvação, por isso nada temerei.

À minha querida mãe, Maria dos Navegantes; a minha irmã, Ivaneide Farias; e ao meu filho, Guilherme Willian Farias (minha vida), por estarem ao meu lado, em todos os momentos, com muito carinho e apoio, não medindo esforços para que eu concluísse essa fase importantíssima da minha vida, e por me ensinarem a enfrentar as dificuldades, com força, foco e fé em Deus.

Ao Professor Doutor José Lemos, agradeço imensamente pela acolhida calorosa e orientação excepcional à extensão desses anos. Sua brilhante humanidade e seu estilo de orientação são os desejos de todo estudante.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) da Universidade Federal do Ceará (UFC) que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para minha formação acadêmica. À bibliotecária do Departamento de Economia Agrícola (DEA), Margareth de Figueiredo, e à secretária do PPGER/UFC, Carlene Matias, meu reconhecimento pelo apoio no decorrer do curso.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), instituição que contribuiu efetivamente para minha formação acadêmica, desde a Graduação de Bacharel em Ciências Econômicas, na Faculdade de Economia, Administração, Atuária, Contabilidade e Secretariado (FEAACS).

Aos respeitáveis professores que compuseram a banca examinadora: Dra. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra e Prof. Dr. Jose Newton Pires Reis, pelo tempo generosamente dedicado e pelas valiosas contribuições que foram fundamentais para conclusão deste trabalho.

Expresso minha gratidão a todos os colaboradores do Departamento de Economia Agrícola, cuja dedicação e esforço foram essenciais.

*A riqueza de uma nação se mede pela
riqueza do povo e não pela riqueza dos
príncipes.*

(SMITH, 1776)

RESUMO

A sub-região SEALBA, formada por municípios dos Estados de Sergipe, Alagoas e Bahia, foi identificada como área com alto potencial para produção agrícola, cuja exploração é passível de trazer benefícios econômicos e sociais, contribuindo para o aumento da produção de alimentos, a geração de empregos e de renda para os agricultores. Essa sub-região foi delimitada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com base na ocorrência de chuvas com volumes acima de 450 mm de abril a setembro, e em aspectos como topografia e tipos de solo. Haja vista estas circunstâncias, a investigação visa a responder ao questionamento: - *Como ocorreu a evolução da produção agrícola de sequeiro dos municípios de Sergipe, Alagoas e Bahia que fazem parte da SEALBA, em comparação com os demais municípios desses estados que não fazem parte dessa sub-região, no período de 1974 a 2020?* Para conceder resposta a esta perquisição, a pesquisa tem os seguintes objetivos específicos: a) aferir as diferenças nas pluviometrias dos municípios que fazem parte da SEALBA de 1974 a 2020; b) analisar as instabilidades das pluviometrias dos Estados, bem como das variáveis que definem as produções das lavouras alimentares estudadas na pesquisa do feijão, da mandioca e do milho; c) verificar se há diferenças entre as áreas colhidas, as produtividades e os valores da produção das culturas de feijão, mandioca e milho, nos municípios que fazem parte da SEALBA *vis-à-vis* aqueles que também estão localizados nos Estados de Sergipe, Alagoas e Bahia, mas não estão incluídos na sub-região; d) agregar as variáveis que definem as produções dessas lavouras em instrumento que as avalie, de maneira conjunta, no aglomerado dos Estados e em cada Estado; e) avaliar se existem diferenças aferidas por esse instrumento de agregação das variáveis entre os municípios dos estados do SEALBA, reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro e aqueles que não o são. Com esse intento, dados secundários foram coletados do Sistema de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA/IBGE) e da National Oceanic and Atmospheric Agency (NOAA). Recorreu-se aos seguintes métodos de análise: Estatística Descritiva, Regressão Linear e Análise Fatorial. Dispondo de uma série histórica que compreende 46 anos, de 1974 até 2020, os resultados apontam que as chuvas dos municípios da SEALBA são significativamente diferentes daquelas dos municípios que não fazem parte dessa sub-região, confirmando os estudos dos técnicos da Embrapa que utilizaram esse aspecto como critério. Depreende-se o fato de que as produções das lavouras de sequeiro na SEALBA experimentam incrementos significativos que diferenciam municípios dentro e fora da

SEALBA. Além disso, o índice de produção IPRO médio é maior para a sub-região SEALBA, reforçando a ideia de que há sinergias entre as pluviometrias, as produtividades, áreas colhidas e os preços das lavouras de sequeiro.

Palavras-chave: semiárido brasileiro; agricultura de sequeiro; instabilidade pluvial; sub-região SEALBA; produção agrícola.

ABSTRACT

The sub-region SEALBA, consisting of municipalities from the states of Sergipe, Alagoas, and Bahia, has been identified as an area with high potential for agricultural production, whose exploitation could bring economic and social benefits, contributing to increased food production, job creation, and income generation for farmers. This sub-region was delimited by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), based on rainfall volumes above 450 mm from April to September, as well as topographical and soil type aspects. Given these circumstances, the investigation aims to answer the question: - How has the evolution of rainfed agricultural production in the municipalities of Sergipe, Alagoas, and Bahia that are part of SEALBA compared to other municipalities in these states that are not part of this sub-region, from 1974 to 2020? To provide an answer to this inquiry, the research has the following specific objectives: a) assess the differences in rainfall among the municipalities that are part of SEALBA from 1974 to 2020; b) analyze the instabilities of rainfall in the states, as well as the variables that define the production of food crops studied in the research on beans, cassava, and corn; c) verify if there are differences between harvested areas, productivities, and production values of bean, cassava, and corn crops in the municipalities that are part of SEALBA vis-à-vis those that are also located in the states of Sergipe, Alagoas, and Bahia but are not included in the sub-region; d) aggregate the variables that define the productions of these crops into an instrument that evaluates them collectively, in the cluster of states and in each state; e) assess if there are differences measured by this instrument of aggregation of variables among the municipalities of the states of SEALBA, officially recognized as part of the Brazilian semi-arid region and those that are not. To achieve this goal, secondary data were collected from the Automatic Recovery System of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (SIDRA/IBGE) and the National Oceanic and Atmospheric Agency (NOAA). The following analysis methods were employed: Descriptive Statistics, Linear Regression, and Factor Analysis. With a historical series spanning 46 years, from 1974 to 2020, the results indicate that the rainfall in the municipalities of SEALBA is significantly different from those of municipalities that are not part of this sub-region, confirming the studies by Embrapa technicians who used this aspect as a criterion. It can be inferred that rainfed crop productions in SEALBA experience significant increases that differentiate municipalities inside and outside of SEALBA. Additionally, the average IPRO production index is higher for the SEALBA sub-region,

reinforcing the idea that there are synergies between rainfall, productivities, harvested areas, and prices of rainfed crops.

Keywords: brazilian semiarid; rainfed agriculture; rainfall instability; SEALBA sub-region; agricultural production.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Percentual dos municípios da Sub-região SEALBA em relação aos totais dos estados.....	42
Quadro 2- Variáveis utilizadas na pesquisa.....	43
Quadro 3- Classificação do CV, de acordo com a amplitude.....	45
Quadro 4- Estatística KMO e a análise fatorial com decomposição em componentes principais.....	47
Quadro 5 - Resumo dos resultados das comparações entre municípios localizados na SEALBA (SELB) e os que não estão na SEALBA (NSEL) nos Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa comparativo da delimitação do Semiárido, de 2017 e 2021.....	23
Figura 2- Evolução do critério de precipitação, índice de Aridez e déficit hídrico.....	24
Figura 3- Mapa de localização da sub-região SEALBA no Brasil.....	29
Figura 4 - Precipitação pluvial média anual (mm) na sub-região da SEALBA.....	30
Figura 5-Distribuição espacial da cultura do feijão na sub-região da SEALBA.....	36
Figura 6- Distribuição espacial da cultura da mandioca na sub-região da SEALBA.	37
Figura 7- Produção de milho (Toneladas) área de abrangência da SEALBA.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variação da quantidade de municípios entre as delimitações do Semiárido, de 2017 e 2021.....	25
Tabela 2 - Comparação das Precipitações Pluviométricas de 1974 a 2020.....	50
Tabela 3 - Comparação das Precipitações Pluviométricas, por Estado.....	51
Tabela 4 - Comparação das Precipitações Pluviométricas de 1974 a 2020.....	51
Tabela 5 - Estatística descritiva dos municípios de Sergipe, no período de 1974 a 2020... ..	53
Tabela 6 - Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do Estado de Sergipe.....	53
Tabela 7 - Estatística descritiva dos municípios de Alagoas no período de 1974 a 2020. ...	54
Tabela 8 - Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do estado de Alagoas.....	55
Tabela 9 - Estatística descritiva dos municípios da Bahia no período de 1974 a 2020.....	56
Tabela 10 - Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do estado da Bahia.....	57
Tabela 11 - Comparação entre as áreas colhidas, produtividades e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA vis-à-vis os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Sergipe.....	58
Tabela 12 - Resultado da comparação entre as áreas colhidas, produtividades, valor da produção e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA vis a vis os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Alagoas.	59
Tabela 13 - Resultado da comparação entre as áreas colhidas, produtividades, valor da produção e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA vis-à-vis os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Bahia.	62
Tabela 14 - Pluviometria, área colhida (ha), produtividade (Kg/ha) e preços (R\$) agregados de feijão, mandioca e milho dos Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe	65
Tabela 15 - Análise descritiva do IPRO_100 de cada um dos estados da SEALBA, para o período de 1974 a 2020.....	66

Tabela 16 - Resultado da comparação entre os IPRO_100 dos municípios do semiárido e aqueles que não fazem parte - análise conjunta dos três estados.....	67
Tabela 17 - Resultado da comparação entre os IPRO_100 dos municípios do semiárido e aqueles que não fazem parte - análise individual dos três estados.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Análise Fatorial
AL	Alagoas
BA	Bahia
CEPEA/CNA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONDEL/SUDENE	Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
CV	Coeficientes de Variação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDNE	Fundo de Desenvolvimento do Nordeste
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPRO	Índice de Produção
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMQO	Método dos Mínimos Quadrados Ordinários
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Agency
PIB	Produto Interno Bruto
PROAGRO	Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
SE	Sergipe
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
ZARC	Zoneamento Agrícola de Risco Climático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Breve contextualização sobre a agricultura nordestina	20
2.2 Caracterização do Semiárido brasileiro	22
2.3 Sub-região da SEALBA	27
2.4 Potencialidades e desafios na sub-região da SEALBA	31
2.5 Agricultura de sequeiro na sub-região da SEALBA	34
2.6 Estudos empíricos sobre a sub-região da SEALBA	40
3 METODOLOGIA	42
3.1 Delimitação da área de estudo	42
3.2 Base de dados	42
3.3 Metodologia para atingir o objetivo “a”	43
3.4 Metodologia para atingir o objetivo “b”	44
3.5 Metodologia para atingir o objetivo “c”	45
3.6 Metodologia para atingir o objetivo “d”	46
3.6.1 Síntese do método de AF no que se aplica à pesquisa	46
3.7 Metodologia para atingir o objetivo “e”	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Resultados encontrados para o objetivo “a”	50
4.2 Resultados encontrados para o objetivo “b”	52
4.2.1 Estatísticas descritivas estimadas para o Estado de Sergipe	52
4.2.2 Estatísticas descritivas estimadas para o estado de Alagoas	54
4.2.3 Estatísticas descritivas estimadas para o estado da Bahia	56
4.3 Resultados encontrados para o objetivo “c”	57
4.3.1 Análise comparativa para o Estado de Sergipe	57
4.3.2 Análise comparativa para o Estado de Alagoas	59
4.3.3 Análise comparativa para o Estado da Bahia	61
4.4 Resultados encontrados para o objetivo “d”	64
4.5 Resultados encontrados para o objetivo “e”	67
5 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

O setor do agronegócio no Brasil destaca-se como peça fundamental na economia nacional. De acordo com os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/CNA (2023), em 2023, o agronegócio contribuiu com 24,1% do Produto Interno Bruto (PIB) do País, impulsionado, em parte, pelos resultados positivos na produção agrícola.

Conforme destacado por Castro (2012), a agricultura desempenha papel crucial na economia brasileira no decurso da história, desde os estágios iniciais da colonização até os dias atuais. Especificamente no Nordeste brasileiro, a atividade agrícola assume posição proeminente, exercendo influência significativa na economia regional. Mesmo experimentando condições climáticas desafiadoras, como é o caso do semiárido brasileiro, predominante na região e se espalhando pelos Estados do Espírito Santo e de Minas Gerais, no Sudeste, essa região testemunha crescimento notável no setor agrícola.

Além dos desafios inerentes ao semiárido, como a pluviometria irregular - tanto de um ponto de vista temporal como espacial, destacam-se, também, solos rasos com afloramento do cristalino, elevadas temperaturas e utilização histórica de técnicas rudimentares de cultivo, ao que se soma o pouco interesse por parte das autoridades públicas na mudança realidade prevalente nessa região (Cirilo *et al.*, 2010; Buainain; Garcia, 2013; Lemos; Santiago, 2020).

Essa conjunção de fatores tende a comprometer significativamente o desempenho da produção agrícola, especialmente no caso das lavouras alimentares de sequeiro, que dependem exclusivamente das chuvas para o seu desenvolvimento. A interação desses elementos faz com que a produtividade da terra, associada a esses cultivos, esteja intrinsecamente ligada à fertilidade natural dos solos, geralmente bastante baixa, e à ocorrência adequada de chuvas em quantidades e em períodos apropriados, tornando os agricultores altamente vulneráveis (Costa Filho, 2019; Lemos; Santiago, 2020).

É importante evidenciar que o cultivo de lavouras de sequeiro está dependente das condições pluviométricas, aumentando, assim, o risco associado a essa atividade. Essas fragilidades se manifestam nas flutuações das áreas cultivadas, produções, produtividades, bem como dos preços e das rendas associados (Monteiro, 2009; Costa Filho, 2019).

Castro (2013) argumenta que, mesmo havendo dos desafios, a Região Nordeste tem o potencial de fortalecer a agricultura e desempenhar papel crucial na produção de alimentos

e no desenvolvimento sustentável do Brasil, desde que conte com políticas públicas adequadas, investimentos e apoio aos agricultores.

Nessas circunstâncias, algumas fronteiras agrícolas se destacam na realidade nacional, contribuindo significativamente para produção de alimentos, fibras e outros produtos agrícolas, dentre os quais se menciona a sub-região denominada SEALBA (acrônimo dos Estados Sergipe (SE), Alagoas (AL) e Bahia (BA)). Trata-se de um conjunto contínuo e interligado de municípios, que inclui áreas de tabuleiros costeiros e do agreste, identificado por técnicos da Embrapa Tabuleiros Costeiros que fica situada em Sergipe, como região de alto potencial para produção agropecuária de sequeiro (Procópio *et al.*, 2019).

A exploração adequada desse potencial é suscetível de trazer benefícios econômicos e sociais para os estados envolvidos, além de contribuir para o aumento da produção de alimentos, a geração de empregos e o fortalecimento do agronegócio no Nordeste do Brasil. Destaca-se o fato de que a maior parte da produção agrícola vem da agricultura familiar e de subsistência, em geral, se caracterizando como atividades associadas a agricultores de baixa renda que utilizam pouca ou nenhuma tecnologia, concentrando-se, principalmente, no cultivo de milho, feijão e mandioca (Hirakuri *et al.*, 2016).

De acordo com Procópio *et al.* (2019), o critério principal utilizado para estabelecer os limites da sub-região agrícola SEALBA foi a ocorrência de chuvas com volumes acima de 450 milímetros (mm), de abril a setembro, abrangendo, no mínimo, metade da área total dos municípios. Segundo os autores, essa quantidade de precipitação pluvial é adequada para o crescimento de várias culturas de grãos, indicando potencial significativo para produção agrícola na região.

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2009) expressa que o cultivo de lavouras, independentemente da região, está condicionado ao regime de chuvas e à fertilidade do solo explorado. Em regiões tropicais, contudo, a precipitação pluviométrica é a principal variável que determina a duração do período de desenvolvimento das atividades e a produtividade do setor agrícola, necessitando, portanto, de bom volume de chuvas bem distribuídas.

A pesquisa agora relatada se justifica pela relevância da análise da produção dos municípios que compõem a SEALBA, pois possibilita compreender o influxo econômico dessas localidades, bem como a contribuição do experimento para a economia em âmbitos local, regional e nacional. Adicionalmente, os resultados obtidos e tratados estão habilitados

a servir de base para formulação de políticas públicas específicas destinadas ao desenvolvimento econômico, social e ambiental desses municípios.

Conforme Santos e Campos (2020), as investigações orientadas para a sub-região SEALBA são fundamentais para explorar adequadamente o potencial agrícola da área, aprimorar as práticas agrícolas, diversificar a produção e promover o desenvolvimento socioeconômico e sustentável da região como um todo.

Ao considerar que as chuvas desempenham papel fundamental no desenvolvimento das plantações, a avaliação da conexão entre os padrões pluviométricos e os indicadores de produção é essencial para o planejamento e a gestão eficaz das atividades agrícolas na sub-região SEALBA. Assente nesses fundamentos, delineou-se a seguinte hipótese: *a produção agrícola dos municípios componentes da sub-região SEALBA evolui à medida do tempo de maneira diferente dos municípios que dela não fazem parte, nos estados pertencentes a essa sub-região.*

Nessa contextura, a pesquisa visou a responder ao questionamento: *- como evoluiu a produção agrícola de sequeiro dos municípios de Sergipe, Alagoas e Bahia que fazem parte da SEALBA, em comparação com os demais municípios desses estados não pertencentes a esse grupo, no período de 1974 a 2020, considerando a variabilidade da precipitação pluviométrica?*

Para testar a hipótese formulada e responder à pergunta mobilizadora, este estudo tem como objetivo geral avaliar a evolução da produção agrícola de sequeiro, no período de 1974 a 2020, dos municípios que fazem parte do aglomerado de estados chamados de SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia), *vis-à-vis* aqueles não incorporados a esse grupo, considerando a instabilidade pluviométrica.

Os objetivos específicos

- a) Aferir as diferenças nas pluviometrias dos municípios que fazem parte da SEALBA, de 1974 a 2020.
- b) Analisar as instabilidades das pluviometrias dos estados, bem como das variáveis que definem as produções das lavouras alimentares (feijão, mandioca e milho).
- c) Verificar se há diferenças entre as áreas colhidas, as produtividades e os valores da produção das culturas de feijão, mandioca e milho, nos municípios que fazem parte da SEALBA *vis-à-vis*, aqueles que não estão incluídos nessa sub-região.

- d) Agregar as variáveis que definem as produções das lavouras alimentares (feijão, mandioca e milho), em um índice que avalie, conjuntamente, no aglomerado dos estados e em cada UF, individualmente.
- e) Avaliar se existem diferenças entre os municípios dos estados do SEALBA reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro e aqueles que não são, por meio das aferições obtidas pelo índice de agregação das variáveis.

O relatório deste experimento está escalonado em cinco seções, incluindo esta, configurada como introdução. Na segunda, situa-se a fundamentação teórica, ao passo que, na terceira, encontram-se a metodologia, bem como as fontes dos dados aos quais se recorreu para a concretização. No módulo seguinte, mostram-se e se discutem os resultados, para, à continuação, rematar com as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Abordam-se neste segmento, os principais conceitos e definições utilizados na pesquisa, enfatizando aspectos da agricultura nordestina, do semiárido brasileiro, da sub-região da SEALBA, bem como as oportunidades e os desafios desse espaço, o choque das instabilidades climáticas no cultivo nos municípios que fazem parte da fronteira agrícola sob comento, em especial, nas lavouras de sequeiro. Após, então, procede-se a um levantamento de estudos que investigaram a sub-região da SEALBA.

2.1 Breve contextualização sobre a agricultura nordestina

A Região Nordeste abrange extensão territorial de 1,6 milhão de km², correspondendo a 18,2% do Território Brasileiro e é composta de nove estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (IBGE, 2018).

Nessa região, os biomas predominantes são, em ordem decrescente de extensão, a Caatinga, o Cerrado e a Mata Atlântica. Adicionalmente, de maneira menos expressiva, também o bioma Amazônia tem lugar, concentrando-se, principalmente, no Estado do Maranhão (Souza; Leite; Medeiros, 2021).

Outro elemento que historicamente delinea essa região é o clima, com a Zona da Mata caracterizada pelo clima quente e úmido, operando duas estações bem definidas. Uma é chuvosa e a outra seca. O Sertão possui um clima quente, porém seco, sujeito a secas periódicas, e, entre essas duas áreas, há uma zona de transição, o Agreste, que exhibe trechos quase tão úmidos quanto a Zona da Mata e outros tão secos quanto o Sertão, condições que se alternam constantemente e a pequenas distâncias, conforme apontado por Andrade (1998).

Sobre esse assunto, Andrade (1998) exprime, ainda, que aspectos como amplas dimensões do território nordestino, diversidade de fauna, variações climáticas e tipos distintos de solo propiciam a divisão da região do Semiárido brasileiro em quatro sub-regiões no Nordeste: Meio-Norte, Zona da Mata, Sertão e Agreste. Essa partilha aponta que a estrutura da região é moldada por diversos elementos, sendo notórios, principalmente, os aspectos físicos e biológicos, bem como a dinâmica social, que determinam a ocupação do espaço pela população.

Desse modo, entre as características que delineiam o quadro edafoclimático na maior parte do meio rural nordestino, destacam-se: a pluviosidade baixa e irregular, com periodicidade temporal de secas; as temperaturas, no geral, elevadas durante a maior parte dos anos, com taxas altas de evapotranspiração; os solos pouco permeáveis e propícios à erosão; e a vegetação predominante é a caatinga (Andrade, 2005).

No contexto geral da agricultura brasileira, esse setor experimentou extensa modernização tecnológica, que teve influência significativa na produção no curso do século XX, notadamente com procedência nos anos de 1960. Várias inovações, *in hoc sensu*, foram gradualmente incorporadas às atividades agrícolas (em menor medida na pecuária), incluindo práticas como a adubação e correção do solo, a aplicação de defensivos agrícolas (como herbicidas, inseticidas, fungicidas e nematicidas) e a adoção de tratores e máquinas agrícolas, entre outras (Castro; Pereira, 2021).

No Nordeste, à exceção de alguns polos agrícolas mais dinâmicos, a modernização foi, geralmente, menos acentuada, em comparação com o Centro-Sul do Brasil, pois o contributo da produção agropecuária do Nordeste para produção total do Brasil ainda é limitado, influenciado, entre outras razões, pela baixa produtividade da terra na agricultura do Semiárido. Isso é atribuível a diversos fatores, incluindo a menor adoção, quando comparada a outras regiões brasileiras, de insumos modernos, como sementes melhoradas, adubos e defensivos agrícolas, aditando-se o fato de que a região enfrenta desafios relacionados à baixa qualidade agrícola dos solos, abrangendo vastas áreas de solos degradados e restrição hídrica (Flores *et al.*, 2002; Castro, 2018; Castro; Pereira, 2021).

Ao analisar o contexto nordestino, nota-se ali um elevado número de estabelecimentos agropecuários, totalizando 2.322.719, conforme o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019), o que representa 45,8% do conjunto de estabelecimentos em todo o Brasil, que é de 5.073.324. A relação, contudo, entre a área total dos estabelecimentos nordestinos e a área total de todos os *locis* agropecuários brasileiros não segue a mesma proporção, “com 70.893.864 hectares (Nordeste) em comparação com 351.289.816 hectares (Brasil), representando, aproximadamente 20% da área total” (Castro; Pereira, 2021, p.9).

Quanto à produção agrícola, o Censo Agropecuário de 2017 mostra que as lavouras temporárias, referentes à produção de arroz, algodão, cana-de-açúcar, feijão, milho, soja, frutas – como abacaxi, melão e melancia – entre outros produtos, na Região Nordeste, responderam por 7% da quantidade produzida total nacional, ou seja, considerando a vasta

extensão territorial, observou-se naquele período reduzida participação do Nordeste na quantidade produzida brasileira (Castro; Pereira, 2021; IBGE, 2019).

Releva evidenciar o fato de que a agricultura familiar desempenha papel fundamental na produção dos principais alimentos para o consumo interno, caracterizado pela interação de trabalho, propriedade e vida familiar. Esse segmento é portador de saberes transmitidos entre gerações, constituindo-se, também, como expressão cultural.

Das 10,1 milhões de pessoas ocupadas em atividades agropecuárias no Brasil, 46,6% trabalham em estabelecimentos agropecuários classificados como de agricultura familiar no Nordeste (IBGE, 2019). Ainda de acordo com o Censo Agropecuário de 2017, 79,2% dos estabelecimentos agropecuários na Região Nordeste são categorizados como agricultura familiar. Quando se observa a distribuição nos estados nordestinos, os estabelecimentos agropecuários no Maranhão são classificados como agricultura familiar em 85% dos casos, seguido por Alagoas (83,6%) e Pernambuco (82,6%). Enfatiza-se que, independentemente do estado, todos na região Nordeste denotam mais de 75% de estabelecimentos enquadrados nessa categoria de agricultura (IBGE, 2019).

Os estudos conduzidos por Nunes *et al.* (2014), Guanziroli, Sabbato e Vidal (2014) e Castro e Pereira (2021) revelam a existência de parcela distintiva dentro da agricultura familiar, destacando-se pelos elevados níveis de produção, produtividade e adoção de tecnologias agrícolas. Em contrapartida, é notório, também, considerável contingente de estabelecimentos agropecuários familiares em situação vulnerável, demandando apoio e programas sociais.

Essa categoria desempenha papel decisivo na produção de alimentos, essenciais para as populações brasileira e nordestina, incluindo itens como feijão, mandioca, café, milho, banana, além de frutas e hortaliças diversas, conforme evidenciado pelos Censos Agropecuários de 2006 (IBGE, 2009) e 2017 (IBGE, 2019).

2.2 Caracterização do Semiárido brasileiro

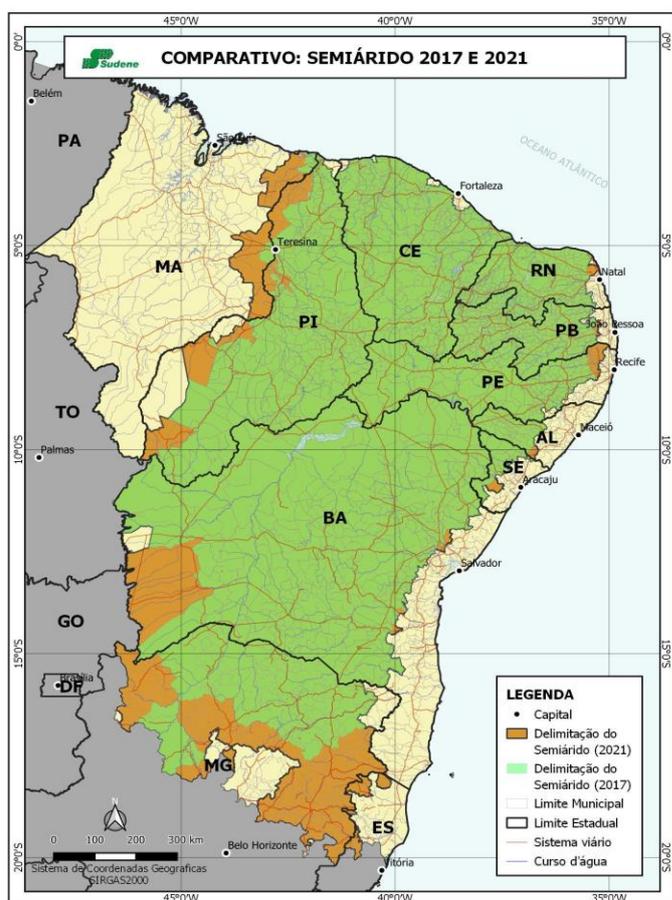
A área semiárida do Nordeste brasileiro possui extensão total de 1.182.697 km², população estimada de 27.830.765 habitantes (12% da população brasileira), e, conforme o censo de 2010, a população do Semiárido está distribuída em, aproximadamente, 63% na área urbana e 37% na zona rural (IBGE, 2010). Essa região é caracterizada por médias anuais de precipitação que variam de 300 a 800 mm, sendo que, na parte central, correspondente a

cerca de 500 mil km², a pluviometria anual é inferior a 600 mm (Conti, 2005; Sudene, 2021a).

Em julho de 2022, o Semiárido brasileiro passou a ser composto, oficialmente, por 1.427 municípios situados nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo (IBGE, 2022).

Na Figura 1, divisa-se a delimitação oficial para o semiárido brasileiro que prevalecia antes de dezembro de 2021, que era constituída de 1.262 municípios. Essa delimitação está toda em verde. Desde dezembro de 2021, o Conselho Deliberativo da SUDENE (CONDEL/SUDENE, 2021) definiu oficialmente o semiárido brasileiro com 1.427 municípios. Esse acréscimo está mostrado na porção marrom da Figura 1.

Figura 1- Mapa comparativo da delimitação do Semiárido, de 2017 e 2021.



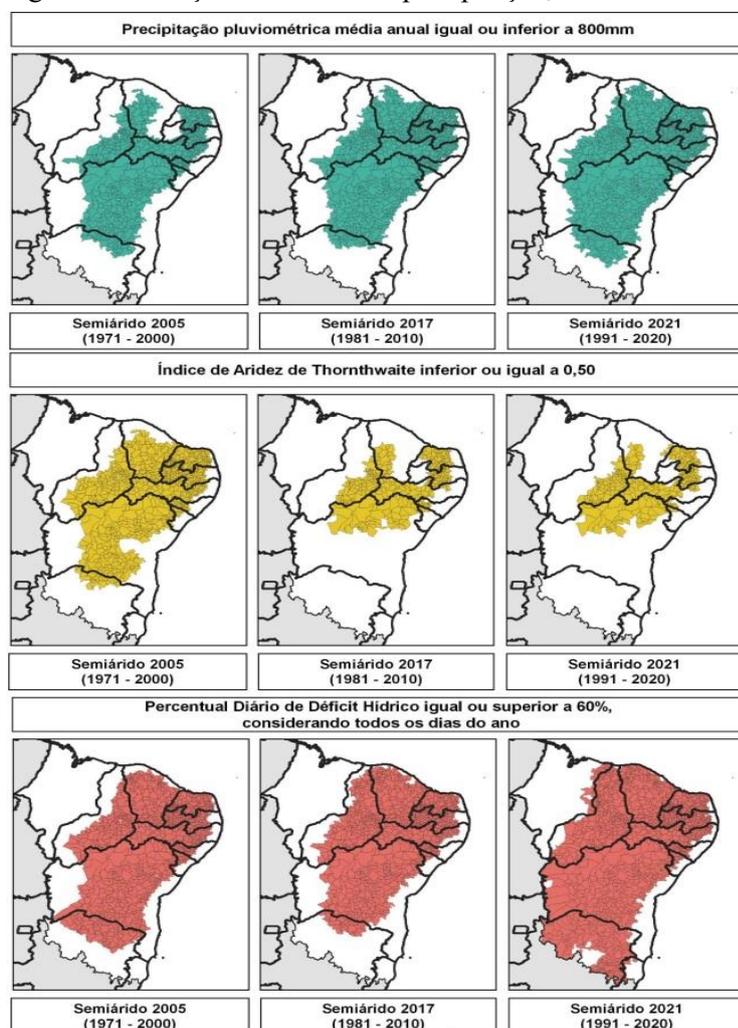
Fonte: SUDENE (2021a).

Essa nova delimitação do semiárido ocorreu de acordo com os critérios técnicos e científicos definidos no inciso I, do art. 1º, da Resolução do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (CONDEL/SUDENE) n. 150, de 13 de

dezembro de 2021, e pela PROPOSIÇÃO Nº 151/2021, que trata das argumentações técnicas sobre o resultado da delimitação do Semiárido. Segundo esse documento, os critérios são: a) precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; b) Índice de Aridez de *Thorntwaite* igual ou inferior a 0,50; e c) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (sessenta inteiros por cento) considerando todos os dias do ano (Sudene, 2021a). Esses critérios foram utilizados em cada município e foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, de 27/07/2017, e de nº 115, de 23/11/2017.

A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) (2021a) aponta que as variações climáticas da última década, marcadas, predominantemente, por fortes secas fortalecem a mudança no delineamento do Semiárido. A Figura 2 demonstra como foi a evolução de cada um dos três critérios técnicos científicos adotados nas delimitações do Semiárido de 2005, 2017 e 2021.

Figura 2- Evolução do critério de precipitação, índice de Aridez e déficit hídrico.



Fonte: Sudene (2021a).

A Tabela 1 detalha a delimitação oficial de municípios que fazem parte do semiárido no período de 2021 a 2017. Conforme se observa, 1.212 (um mil duzentos e doze) integravam a delimitação vigente e foram confirmados, enquanto outros 215 (duzentos e quinze) municípios se habilitaram conforme os critérios adotados, e 50 (cinquenta) municípios que compunham a delimitação vigente não mais integrarão o Semiárido, pois não atingiram nenhum dos critérios técnicos estabelecidos para 2021, no entanto, esses municípios excluídos ainda fazem parte do rol, pois estão em decurso de transição.

Tabela 1- Variação da quantidade de municípios entre as delimitações do Semiárido, de 2017 e 2021.

UF	Semiárido 2017	Semiárido 2021			Total
		Já constavam 2017	Inseridos	Excluídos	
AL	38	34	4	4	38
BA	278	274	9	4	283
CE	175	171	0	4	171
ES	0	0	6	0	6
MA	2	2	14	0	16
MG	91	83	126	8	209
PB	194	184	4	10	188
PE	123	118	19	5	137
PI	185	184	31	1	215
RN	147	140	1	7	141
SE	29	22	1	7	23
Total	1.262	1.212	215	50	1.427

Fonte: Sudene (2021b).

Essas atualizações da delimitação da região semiárida brasileira são relevantes, ao evidenciar os novos municípios incorporados a essa área, uma vez que essas localidades estão habilitadas a se beneficiar com recursos do Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE) e do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) (Sudene, 2021b).

No que se refere aos recursos hídricos, as características predominantes incluem a intermitência dos rios e a ocorrência de secas periódicas, acrescentando-se o fato de que as águas subterrâneas são limitadas, em decorrência da estrutura dos solos do Semiárido, que dificulta a drenagem. Ao ponderar a irregularidade espacial e temporal das chuvas, a ocorrência de anos secos consecutivos e a precipitação concentrada em poucos dias e mal distribuída em poucos meses são determinantes para sobrevivência das famílias e a produção agrícola. Ações como construção de açudes e perfuração de poços são comuns, no intuito de

viabilizar o uso da água para consumo humano e animal, bem como para produção de alimentos (Silva *et al.*, 2010; Moura *et al.*, 2019).

De modo geral, a região do Semiárido brasileiro se destaca por exibir intensiva insolação, predominância de temperaturas médias anuais muito elevadas e constantes, níveis baixos de umidade em períodos extensos, irregularidade pluviométrica e concentração das precipitações em período curto, geralmente, de três a quatro meses, o que resulta em volumes de água insuficientes nos mananciais da região para suprir as demandas da população; problemas no solo, consequentes da degradação contínua; reposição inadequada de nutrientes; e ausência de rios que correm durante o ano todo (Ab'Sáber, 1999; Angelotti; Sá; Melo, 2009; Silva *et al.*, 2010, Sousa *et al.*, 2022).

Essas características, combinadas com práticas agrícolas inadequadas - como desmatamento, pastoreio excessivo pela pecuária extensiva e manuseio ineficiente dos sistemas de irrigação - muitas vezes, resultam na salinização do solo, aumentando a vulnerabilidade desse recurso natural à degradação e, conseqüentemente, à desertificação. Assim, a desertificação não é exclusivamente vinculada aos fatores climáticos, embora esses desempenhem papel crucial em sua compreensão. A ação antrópica, especialmente o uso irracional dos recursos naturais, desempenha papel significativo no agravamento desse problema, especialmente nas áreas de clima árido, semiárido e subúmido seco (CGEE, 2016).

Consoante informações do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) (2019), o percentual de 85% do Semiárido brasileiro enfrenta estágio moderado de desertificação, enquanto o índice de 9% já se encontra efetivamente desertificado. Deste modo, reside a necessidade da preservação e conservação da vegetação da caatinga, que atua como proteção contra a erosão do solo.

No que diz respeito à divisão das terras próprias à agricultura na região, cerca de 1,5 milhão de famílias agricultoras (28,82% de toda a agricultura familiar brasileira) ocupam apenas 4,2% das terras agricultáveis, ao passo que 1,3% dos estabelecimentos rurais contando mais de um mil hectares detinha 38% das terras do Semiárido antes da última delimitação (ASA, 2017).

Em expressas condições, à medida temporal, observa-se, não apenas, a escassez de recursos públicos, mas também a ausência de políticas públicas adequadas. Assim, é possível compreender que o desafio enfrentado pela agricultura no Semiárido talvez não seja apenas a falta de chuvas, mas, ainda, a necessidade de implantação de inovações tecnológicas

direcionadas para captação, armazenamento e uso eficiente da água da chuva, bem como o cultivo de lavouras e a criação de animais que sejam adaptados a essas condições (Lemos; Bezerra, 2023).

Conclui-se, pois, noutras palavras, que não é apenas a insuficiência de chuvas que contribui para oferta limitada de água na região, mas a distribuição irregular delas, combinada com elevada taxa de evapotranspiração, bem como a carência de políticas públicas para fornecer os meios necessários e orientar a população na captação e no armazenamento da água das chuvas para uso durante os períodos secos. Esses esforços são necessários para produção agrícola, especialmente no que diz respeito à agricultura de sequeiro, que depende da quantidade, distribuição e intensidade das chuvas, aspecto que destaca a necessidade de introduzir e disseminar culturas adaptadas às diversas condições edafoclimáticas do Semiárido (Silva *et al.*, 2010).

Mesmo ante os desafios mencionados, é possível identificar a coexistência de sub-regiões com práticas agrícolas tradicionais ou estagnadas, ao lado de áreas que utilizam técnicas mais inovadoras. Essa modernização abrange práticas agrícolas fundamentadas em tecnologias avançadas, tanto para atividades agropecuárias, sob regime de sequeiro, quanto em sistemas irrigados.

Ressalte-se a noção de que a carência de acesso a sistemas de irrigação entre os agricultores familiares é atribuível a uma variedade de fatores, incluindo restrições financeiras, escassez de assistência técnica e limitações educacionais. Demais disso, os sistemas de irrigação exigem investimento inicial significativo em infraestrutura e equipamentos, o que é capaz de estar fora do alcance financeiro de muitos agricultores familiares, aditando-se, também, o desconhecimento técnico sobre os métodos de irrigação. Considere-se, ainda, a ideia de que a gestão adequada tem o condão de tornar difícil a adoção dessas tecnologias (Silva *et al.*, 2020).

2.3 Sub-região da SEALBA

As pesquisas sobre a sub-região da SEALBA iniciaram em meados de 2003, em municípios de Alagoas, quando um pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) de Londrina, Paraná, fez estudos nos municípios de Arapiraca e Coruripe. Mesmo, porém, considerando os resultados favoráveis, o projeto não teve continuidade, por falta de incentivos. Somente em 2013, a Embrapa retomou as pesquisas

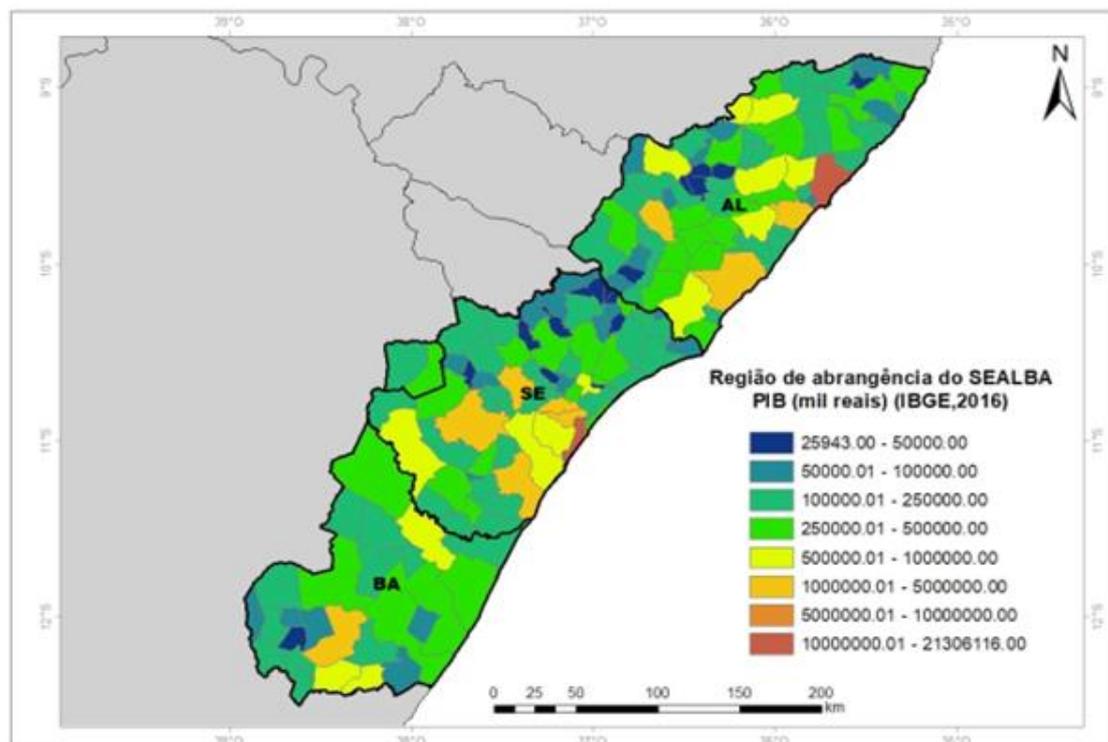
com a elaboração de levantamentos históricos das chuvas dos últimos 30 anos e de aspectos como topografia e solo, havendo-se observado que o plantio de grãos naquela região teria comportamento diferente dos demais municípios (Ramacioti, 2018).

Com base nos dados obtidos, a Embrapa desenvolveu o zoneamento das áreas, comunicou aos governos dos estados sobre a necessidade de promover políticas territoriais para fortalecer e atrair investimentos, além da necessidade de políticas públicas de produção de grãos. Deste modo, de 2014 e 2015, consolidou-se o conceito regional denominado de SEALBA, sendo que os primeiros municípios a aceitar a adesão foram: Paripiranga (BA), Rio Real (BA), Umbaúba (SE), Nossa Senhora das Dores (SE), Frei Paulo (SE), São Miguel dos Campos (AL), Campo Alegre (AL), Porto Calvo (AL), Jundiá (AL) e Anadia (AL) (Ramacioti, 2018).

Com suporte nesses estudos, em conjunto com a implantação do zoneamento de risco climático e o envio de documentação à Embrapa e ao Ministério da Agricultura, os 171 municípios identificados como integrantes de uma área com potencial agrícola considerável passaram a ter acesso a seguros agrícolas, financiamentos e meios de incentivo. Tais iniciativas visaram a assegurar a estabilidade e criar ambiente propício para a produção agrícola da região, que recebeu a designação de SEALBA, abreviação formada pelas iniciais dos estados envolvidos (Hirakuri *et al.*, 2016; Ramacioti, 2018; Procópio *et al.*, 2019).

Segundo Ribeiro e Couto (2020), a SEALBA é uma área homogênea composta por 171 municípios (Figura 3), que compreende municípios do estado de Sergipe; das regiões leste, agreste e sertão de Alagoas, bem como do nordeste da Bahia, se destacando pela peculiaridade do calendário agrícola, diferenciando-se das outras regiões produtoras de grãos no país. Isso porque as condições climáticas propícias ao plantio ocorrem nos meses de maio e junho, assemelhando-se ao calendário do hemisfério norte.

Figura 3- Mapa de localização da sub-região SEALBA no Brasil.



Fonte: Procópio *et al.* (2019).

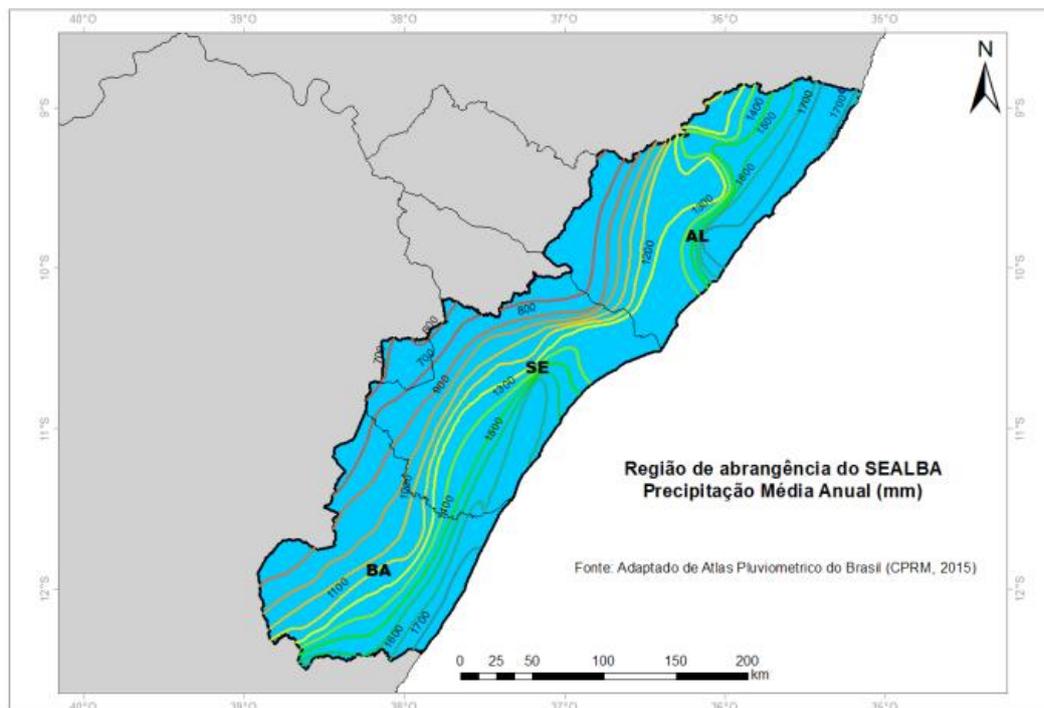
É relevante observar que, ao contrário das outras regiões do Brasil, a estação chuvosa na SEALBA ocorre durante o outono/inverno, ao passo que em regiões como o Matopiba, a época mais chuvosa se concentra na primavera/verão, e é nesses seis meses que as médias de precipitação na região variam de 450 mm a 1.400 mm. Essa avaliação da média de precipitação no período chuvoso (abril a setembro) foi o critério primordial para identificação dos municípios com potencial agrícola destinado a compor a área denominada SEALBA (Procópio *et al.*, 2019).

Em termos de extensão territorial, 33,2% da SEALBA estão localizados em Sergipe (equivalente a 1.707.815 hectares), 36,1% em Alagoas (totalizando 1.859.438 hectares) e 30,7% na Bahia (correspondendo a 1.581.688 hectares), resultando na área total de 5.148.941 hectares (IBGE, 2015; Procópio *et al.*, 2019). Para Procópio *et al.* (2019) e Almeida (2023), a SEALBA é composta de oito mesorregiões: leste alagoano, agreste alagoano, leste sergipano, agreste sergipano, sertão sergipano, região metropolitana de Salvador, nordeste baiano e centro-norte baiano.

Ainda quanto às precipitações médias anuais, Procópio *et al.* (2019) explicam que as áreas com maior volume anual de precipitações pluviiais se encontram mais próximas ao litoral (volumes médios anuais da ordem de 1.700 mm), enquanto as áreas de menor

precipitação expressam médias anuais da ordem de 600 mm. Na Figura 4, está expresso o comportamento pluviométrico anual nessa sub-região.

Figura 4 - Precipitação pluvial média anual (mm) na sub-região da SEALBA



Fonte: Procópio *et al.* (2019).

A sub-região SEALBA possui alta densidade populacional, com aproximadamente cinco (5) milhões de habitantes, aliada, ainda, a baixos índices de desenvolvimento social e econômico. Quanto aos biomas predominantes da SEALBA, a ocupação se restringe à Mata Atlântica e à Caatinga. O primeiro predomina na porção mais próxima ao litoral (68% do território) e, na porção mais interiorana, tem-se a Caatinga (32%) (Procópio *et al.*, 2019).

É importante ressaltar que a área de transição situada entre as regiões de maior precipitação, como a litorânea, que abriga a Mata Atlântica, e as regiões de menor precipitação, ocupadas pela Caatinga, é reconhecida regionalmente como Agreste. Além disso, o Sertão é dividido em duas grandes regiões: a primeira, os Tabuleiros Costeiros, mais próximos do litoral, exprimem maior frequência e mais densidade de precipitações de chuvas; no entanto, os solos possuem menor fertilidade, caracterizando-se como argissolos, com camada mais arenosa e compactação de argila na superfície. A segunda região, o Agreste, possui solo ácrico, com a concentração de potássio, magnésio e cálcio, mas é escassa em chuvas (Ramaciotti, 2018).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2009), existe grande variabilidade nos tipos de solo na sub-região da SEALBA, o que permite inferir que essa diversidade com as características físicas e químicas são favoráveis à produção agrícola. Deste modo, com área que ultrapassa os cinco milhões de hectares, a SEALBA dispõe de condições de solo propícias ao crescimento de grãos, tornando-a de grande interesse para o agronegócio.

Segundo Silva (2022), nos últimos anos, a Embrapa se dedica ao desenvolvimento de tecnologias e experimentos agrícolas, com o objetivo de aumentar a produtividade dos cultivos comerciais, especialmente no que diz respeito à produção de grãos. O Governo Federal, por intermédio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, teve papel significativo na consolidação dessa nova fronteira agrícola, ao publicar o zoneamento agrícola dos Estados de Sergipe e Alagoas, o que ampliou o acesso às políticas de crédito e financiamento agrícola para apoiar o cultivo de lavouras comerciais na região SEALBA.

Ex-postis, são havidos como vantagens competitivas da sub-região da SEALBA os solos férteis, topografias, histórico de chuvas relativamente favoráveis e amplitude térmica, que atinge, durante o dia, as temperaturas de 28° a 29°, e, no período da noite, chegam a 19° C ou 20° C (Ramaciotti, 2018). Ditos aspectos tendem a fortalecer a ideia de que a sub-região SEALBA exprime atributos favoráveis que têm o potencial de impulsionar o aumento na produção de grãos, considerando as características edafoclimáticas e a vasta extensão territorial, propícia para o desenvolvimento da agricultura de sequeiro.

2.4 Potencialidades e desafios na sub-região da SEALBA

A sub-região SEALBA oferece diversas vantagens para alavancar o desenvolvimento agrícola, entre as quais Procópio *et al.* (2019) destacam as que vêm à continuidade.

- a) Redução de custos logísticos, em decorrência da proximidade dos portos de escoamento para exportação e dos polos produtores de fertilizantes.
- b) Potencial de realização de preços mais vantajosos aos grãos, em razão do calendário agrícola diferente das principais regiões produtoras brasileiras, o que representa preços vantajosos na janela de entressafra.
- c) Implementação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), que se refere à delimitação de áreas propícias para o cultivo de diversificadas culturas, considerando variáveis climáticas - como temperatura, umidade e precipitação e

potenciais riscos. Configura, portanto, instrumento fundamental para orientar os agricultores sobre o momento adequado de plantio das culturas, ponderando as condições climáticas locais e minimizando os riscos associados a eventos climáticos adversos. Cumpre evidenciar que a ZARC é utilizada em apoio à tomada de decisão para o planejamento e a execução de atividades agrícolas, para políticas públicas e a seguridade agrícola (Coelho, 2020). Desse modo, o produtor deve observar as recomendações desse programa para ter acesso ao Proagro e ao Proagro Mais, mecanismos de indenização de perda semelhantes aos seguros agrícolas baseados no custeio, cujo principal objetivo é prevenir inadimplência das operações de crédito agrícolas causadas pelos riscos vinculados à atividade. Assim, os produtores rurais que contratam esses programas pagam um prêmio, e o Governo Federal atua como espécie de seguradora, responsável por cobrir os custos em caso de perdas (Maia *et al.*, 2010).

- d) Possibilidade de a região se tornar um polo de produção de sementes, haja vista que empresas de sementes têm se instalado na SEALBA, especificamente em Alagoas, com foco na produção de sementes de milho, soja, feijão, arroz e sorgo; além disso, há diversas agroindústrias na sub-região, o que favorece a comercialização de vários produtos agrícolas.
- e) Mercado local destinado à aquisição de milho e soja, visando à produção de rações destinadas à alimentação de animais.
- f) Capacidade para cultivar raízes e tubérculos: lavouras como mandioca, batata-doce e inhame são agricultadas na sub-região SEALBA, contribuindo para suprir as demandas em outras regiões do Brasil, ou até mesmo em mercados internacionais.
- g) A sub-região SEALBA revela aptidão para expandir a fruticultura, destacando-se como a principal área produtora de citros no Nordeste, além da produção de frutas diversas, como coqueiro, bananeira, abacaxizeiro, pinheira e mangabeira, o que a torna um polo significativo na produção de fruteiras tropicais nativas. Essas culturas oferecem oportunidades de valor agregado em pequenas agroindústrias, contribuindo na geração de renda para agricultores familiares. Adicionalmente, o clima da região favorece o cultivo de gramíneas energéticas, como cana-energia, capim-elefante e sorgo biomassa e sacarino. Essa aptidão enseja a produção e o fornecimento de energia elétrica e etanol, promovendo o desenvolvimento de

matriz energética sustentável para o Nordeste, o que é relevante, haja vista os desafios relacionados aos reservatórios de água e à dependência de fontes de combustíveis não renováveis na região.

- h) Tem destaque, à guisa de fecho, o potencial para a produção de culturas irrigadas na região do Baixo São Francisco, especialmente fruteiras e arroz, consolidando a diversidade e a viabilidade econômica do agronegócio na área.

Mesmo, porém, considerando as potencialidades apontadas, algumas limitações são referidas por Procópio *et al.* (2019), pois aspectos inibidores da expansão do potencial agrícola da SEALBA, consoante estão à frente.

- a) Poucas cooperativas de produtores rurais representam desafio para comunidade agrícola local, uma vez que as cooperativas desempenham papel crucial no apoio aos agricultores, promovendo a colaboração, o compartilhamento de recursos e aprimoramento das práticas agrícolas. Deste modo, impõe-se ressaltar que a promoção e o desenvolvimento de cooperativas de produtores rurais na SEALBA seriam capazes de contribuir significativamente para fortalecer a comunidade agrícola, aumentar a resiliência perante os desafios econômicos e climáticos, bem assim impulsionar o desenvolvimento sustentável da região.
- b) Escassez nas unidades de armazenamento e de secagem de grãos, pois a carência de infraestrutura adequada é suscetível de influenciar diretamente na capacidade de preservar e comercializar os grãos de maneira eficiente.
- c) A ausência de unidades de armazenamento adequadas é passível de resultar em perdas, em consequência da deterioração dos grãos, além de limitar a capacidade dos agricultores de aproveitar oportunidades de mercado favoráveis.
- d) Predomínio do preparo convencional do solo nas áreas de produção de grãos, incluindo técnicas que oferecem benefícios imediatos, como também é capaz de mostrar desafios, como a erosão do solo e a degradação da estrutura, razão por que a promoção de práticas de preparo do solo mais sustentáveis e conservacionistas seria explorada como alternativa (Oliveira *et al.*, 2001).
- e) Limitação de políticas agrícolas para o chamado “Nordeste úmido”, que engloba a maior parte da SEALBA; este aspecto reside no fato de que a maior parte das políticas agrícolas destinadas ao Nordeste está direcionada predominantemente para a região Semiárida para lidar com a adversidade climática, em especial, a seca. Ressalte-se que, ante a diferença climática significativa entre as áreas úmidas

e semiáridas, é capital adaptar as políticas agrícolas, de modo a abordar as particularidades e potencialidades da região úmida. Portanto, a ausência de políticas agrícolas específicas para o "Nordeste úmido", decerto, influencia negativamente no desenvolvimento sustentável da agricultura na área, limitando o acesso a recursos, tecnologias e apoio governamental necessários para enfrentar os desafios e explorar as oportunidades agrícolas locais.

- f) Défice significativo em termos de assistência técnica e extensão rural que representa desafio para os agricultores locais, pois esse tipo de assistência fornece conhecimento especializado, tecnologias inovadoras e práticas agrícolas sustentáveis.
- g) Irregularidade de chuvas adiciona elemento de imprevisibilidade que requer estratégias de adaptação e gestão cuidadosa dos recursos hídricos.

De modo geral, a sub-região SEALBA denota contexto agrícola com características distintas, envolvendo desafios e oportunidades. As dinâmicas climáticas, a infraestrutura disponível e as políticas agrícolas desempenham papéis terminantes na determinação do sucesso das práticas agrícolas na região. De tal sorte, emerge a necessidade da gestão eficaz desses fatores para o desenvolvimento sustentável, fortalecendo a resiliência dos agricultores locais perante as adversidades (Procópio *et al.*, 2019; Almeida, 2023).

2.5 Agricultura de sequeiro na sub-região da SEALBA

Nesta seção, reportou-se às lavouras cultivadas em regime de sequeiro, como feijão, mandioca e milho, na Região Nordeste do Brasil, especificamente, na sub-região SEALBA.

As variações climáticas exercem influência significativa na maioria das atividades humanas, o que é evidente, em particular, nas atividades agrícolas, que revelam maior vulnerabilidade às variações na dinâmica das chuvas, principalmente em regiões onde as amplitudes térmicas são baixas, em que predomina o cultivo de lavouras de sequeiro (Lemos; Bezerra, 2020).

Os cultivos de sequeiro da maioria dos agricultores dependem diretamente da pluviometria. Assim, os cultivos de lavouras de feijão, mandioca e milho, feitos por agricultores familiares, nesse regime, são intensivamente dependentes da distribuição espacial e temporal das chuvas (Pereira, 2018). De efeito, são as vulnerabilidades desse

modelo de produção evidenciadas pelas variações nas áreas colhidas, nas produtividades, assim como nos preços e nas receitas vinculadas a essas atividades (Costa Filho, 2019).

No Semiárido brasileiro, as condições climáticas representam desafio significativo, destacando-se a agricultura de sequeiro como a principal atividade realizada, em que agricultores familiares optam por cultivar feijão, mandioca e milho, baseando-se na familiaridade com essas culturas e na crença de que se adaptam às condições da região (Andrade, 2013; Mesquita, 2016).

As instabilidades climáticas exercem influência significativa na capacidade de previsão das variáveis que determinam a produção de culturas em regime de sequeiro no Semiárido brasileiro. Eis por que impende antecipar as possíveis ocorrências na produção agrícola de sequeiro, especialmente considerando essas variabilidades (Paiva, 2018).

Assim como em todo o Nordeste, na SEALBA, a agricultura de sequeiro é bastante recorrente. Esse tipo de agricultura de subsistência é praticado por muitos agricultores, inclusive pelos agricultores familiares que cultivam essas lavouras alimentares e as têm como base alimentar das famílias.

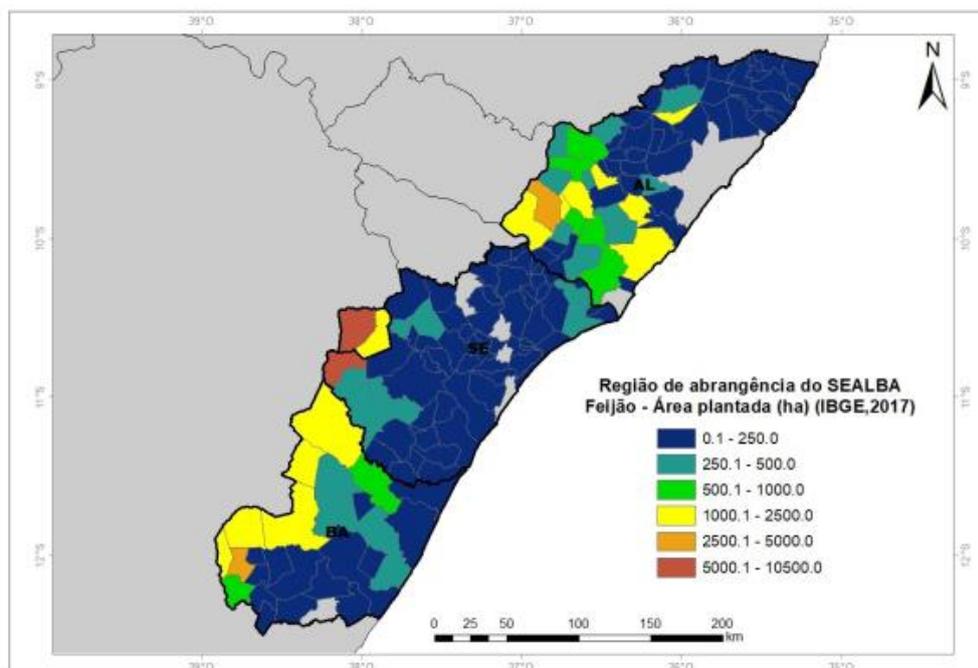
O feijão (*Vigna unguiculata L. Walp*) é uma das plantações agrícolas mais amplamente cultivadas e consumidas globalmente, destacando-se, também, como uma das principais culturas de subsistência no Semiárido brasileiro, frequentemente influenciada por eventos de variabilidade climática (Dantas *et al.*, 2020; Araújo *et al.*, 2021).

O Nordeste tem área de feijão maior do que a soma das áreas do Sul, Sudeste e Centro-Oeste (1,51 milhão de hectares contra 1,34 milhão), no entanto, a produtividade (568 kg/ha) é de apenas 30% a 37% destas que têm índices de 1.600 kg/ha a 2.000 kg/ha (Conab, 2020).

Coelho e Ximenes (2020) expressam que o mentor dessa cultura costuma ter recursos limitados e pratica a produção em consórcio com outras culturas. Além disso, a baixa eficiência produtiva decorre da adubação desbalanceada e da inadequada gestão de pragas e doenças, atribuíveis à escassa assistência técnica.

Na sub-região da SEALBA, Figura 5, o feijão ocupa a segunda posição entre as culturas de grãos mais cultivadas, especialmente o feijão-comum. Adustina, na Bahia, figura como o maior produtor de feijão na região, seguido por Poço Verde, em Sergipe, conforme dados do IBGE (IBGE, 2019) e informações de Procópio *et al.* (2019).

Figura 5-Distribuição espacial da cultura do feijão na sub-região da SEALBA.



Fonte: Procópio *et al.* (2019).

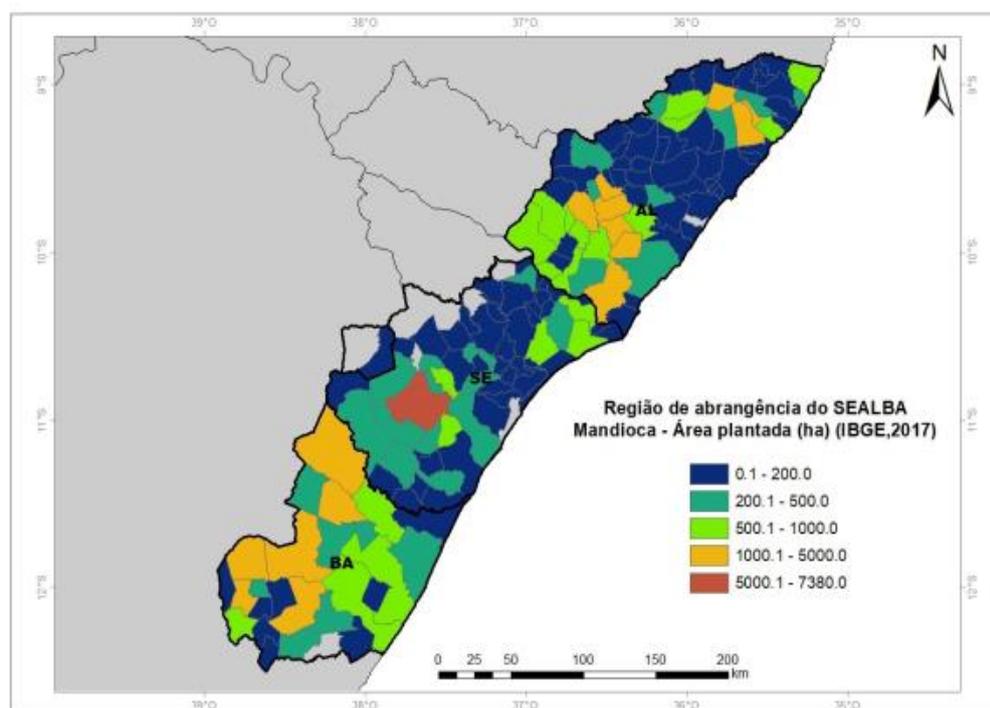
Em suma, o feijão proporciona a subsistência dos produtores, muitos dos quais têm baixo poder aquisitivo e ínfimo nível educacional, no entanto, é necessário ressaltar que, para o feijão ser um vetor de desenvolvimento socioeconômico, é necessário adotar patamar tecnológico mais elevado, demandando pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias adaptadas à realidade regional (Hirakuri *et al.*, 2016; Procópio *et al.*, 2019).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) possui importância econômica e social, especialmente em nações da América do Sul, África e Ásia. No contexto brasileiro, essa lavoura desempenha papel significativo, tanto na alimentação humana, quanto na de ordem animal, por meio do aproveitamento das raízes desidratadas e da parte aérea da planta. Haja vista capacidade de resistir à escassez de água, a mandioca representa a alternativa vantajosa para os agricultores que dependem da agricultura de subsistência no semiárido nordestino, garantindo-lhes tanto renda quanto alimentos (Costa Filho, 2019).

Em relação ao valor de produção, a cultura da mandioca figura entre os produtos mais cultivados no Brasil, evidenciando significativa importância para o País. Especificamente no Nordeste brasileiro, essa cultura desempenha função especial, tanto como componente essencial na dieta alimentar quanto como geradora de renda e emprego para parte expressiva da população (Santiago *et al.*, 2023).

De acordo com o IBGE (2023), em 2022, foram colhidos, no Brasil, 1.225.012 ha com mandioca, resultando em rendimento médio de 14,86 t/há. Desse montante, a Região Nordeste é responsável por 33,1% da área colhida e apenas 23,1% da produção, com produtividade média de 10,38 t/ha (IBGE, 2023). Na perspectiva de Santiago *et al.* (2023), a reduzida produtividade é atribuível a diversos fatores, incluindo instabilidades nos preços da farinha, adoção limitada de tecnologias de produção e extensos períodos de estiagem.

Figura 6- Distribuição espacial da cultura da mandioca na sub-região da SEALBA.



Fonte: Procópio *et al.* (2019).

Nesse contexto de produção da mandioca, a sub-região da SEALBA exhibe considerável potencial para produção, sendo cultivada em praticamente todos os municípios da SEALBA, Figura 6, desempenhando papel de grande relevância na agricultura familiar, totalizando mais de 60.000 hectares na região. O processamento ocorre, predominantemente, nas conhecidas "casas de farinha". Os Municípios de Lagarto, em Sergipe, e Arapiraca, em Alagoas, destacam-se pelo cultivo e processamento dessa cultura (IBGE, 2017; Procópio *et al.*, 2019).

Procópio *et al.* (2019) e Santiago *et al.* (2023) expressam que, de modo geral, a mandioca é de alçada importância na subsistência de pequenos produtores rurais da SEALBA, e, embora movimentações de mercado propiciem aumento de receita em

determinadas safras, isso não é suficiente para beneficiar a maioria dos produtores. A mandioca tem, no entanto, o potencial de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico nos municípios da região, especialmente quando atinge níveis elevados de produtividade e é direcionada para mercados especializados, como a produção de fécula, goma e polvilho.

A planta denominada *Zea mays* L., comumente conhecida como milho, pertence à família Poáceas, antes conhecida como gramíneas. É originária do México e da América Central, possuindo significativa importância econômica global, destacando-se como um dos cereais mais empregados na alimentação humana, na produção de ração animal e na fabricação de etanol (Baraviera *et al.*, 2014).

Abimilho (2021) destaca que o milho, classificado entre os três cereais mais cultivados globalmente, compreende aproximadamente 150 espécies e, apesar da ampla aplicação na gastronomia, a principal procura ocorre na indústria de ração animal, representando 53% da demanda total, em comparação com apenas 2% destinados ao consumo humano.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2019), em 2019, o Brasil alcançou notável progresso, ao se posicionar como o principal exportador mundial de milho, superando até mesmo os Estados Unidos. As exportações atingiram a marca de 44,9 milhões de toneladas, representando aumento de 88%, em comparação com o ano anterior.

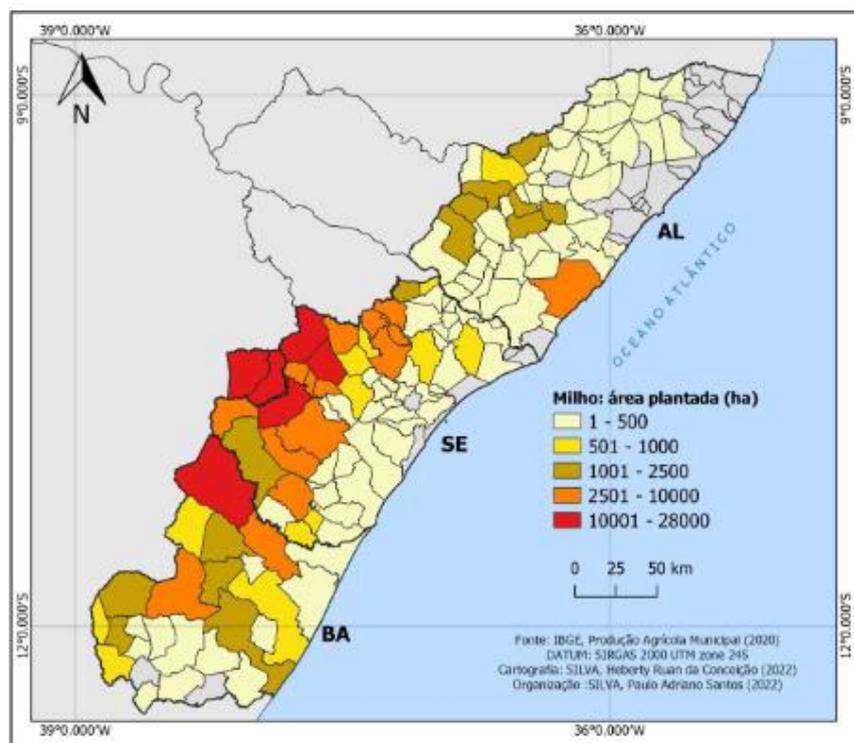
Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2021) e de Coelho (2021) indicam que as exportações de milho do Nordeste exprimiram aumento de 64% em valor de janeiro a novembro de 2021, em comparação com o mesmo período de 2019, ao contrário das exportações nacionais, que registraram queda de 49%. Além disso, considerando variação total de 2020 e 2019, observam-se aumentos significativos da ordem de 80%, tanto em valor quanto em peso, enquanto as exportações nacionais diminuíram 20%. Aponta-se que a localização geográfica da região é estratégica em relação às distâncias dos principais importadores.

A relevância da produção de milho no avanço do desenvolvimento do Nordeste brasileiro é evidente, especialmente nas regiões de cerrados no oeste baiano, sul do Maranhão e sudoeste piauiense. Ademais, em áreas do agreste nos Estados da Bahia e Sergipe, são notórios sistemas de produção mais dotados de tecnificação, conforme mencionado por Carvalho *et al.* (2010).

Nesse sentido, Coelho (2021) expressa que, mesmo sendo cultura tradicional e frequentemente praticada como agricultura de subsistência, as expansões das fronteiras agrícolas em áreas como o Matopiba e da SEALBA possibilitam o ampliamto do cultivo, especialmente em contextos empresariais. Além disso, o autor pontua que a habilidade dos agricultores, a criação de variedades de plantas adaptadas às características específicas da região e ao clima pela Embrapa, aliadas às precipitações geralmente regulares, contribuem para que o milho se sobressaia no setor agropecuário do Nordeste.

De acordo com o IBGE (2017), o milho é o grão mais cultivado na SEALBA, tendo como maior polo produtor o Agreste sergipano, conforme Figura 7, e, à extensão dos anos, movimentam a economia dessa região. Silva (2022) reforça a noção de que a prática de monocultivo de milho também se expande para os municípios do Médio Sertão sergipano, além de alcançar localidades nos naqueles pertencentes ao polo citricultor de Sergipe.

Figura 7- Produção de milho (Toneladas) área de abrangência da SEALBA.



Fonte: Silva (2022).

No âmbito desta realidade, municípios em Alagoas, como Limoeiro de Anadia, Anadia, Campo Alegre e Coruripe, emergem como os principais produtores de grãos, com foco especial na produção de milho. Em Sergipe, destaca-se o Município de Frei Paulo como um dos maiores produtores de milho transgênico. Na Bahia, os municípios integrantes da sub-

região SEALBA, liderando o ranque da produção de milho, são Adustina e Paripiranga (Silva, 2022).

2.6 Estudos empíricos sobre a sub-região da SEALBA

Esta subseção oferece a síntese de alguns estudos que abordaram aspectos da sub-região SEALBA.

Santiago *et al.* (2019) tiveram como objetivo de estudo avaliar o desempenho de cultivares de soja em áreas com extenso histórico de cultivo de cana-de-açúcar. Realizaram-se dois experimentos em Jundiá, AL, o primeiro dos quais em área com 1º ano de cultivo de soja, após 35 anos consecutivos de cultivo de cana-de-açúcar, enquanto o segundo ocorreu em área com 4º ano consecutivo de cultivo da oleaginosa. Constatou-se que a área de 4º ano de cultivo demonstrou maiores produtividades e melhor crescimento para a maioria das cultivares, embora tenha resultado em maior acamamento de algumas cultivares, principalmente as mais tardias. Esses resultados evidenciam a viabilidade do cultivo de soja na região norte de Alagoas, parte da SEALBA, e ressaltam a importância da avaliação contínua de cultivares na região.

Pacheco *et al.* (2020) desenvolveram pesquisa na SEALBA, na qual visaram a discutir a respeito dos sistemas convencionais do solo e o monocultivo adotados pela maioria dos produtores, e a ausência de preocupação com o manejo adequado do solo para sustentabilidade econômica e ambiental da cultura. Esses autores objetivaram avaliar a viabilidade econômica de sistemas de produção compostos por variados tipos de preparo do solo, cultura da soja como alternativa, rotação de cultura milho/soja e cultivo consorciado de milho com braquiária, e concluíram que o plantio direto, quando utilizado como uma prática isolada, não resolve problemas de manejo do solo para a cultura da soja em sistemas de monocultivo, e, para a sub-região do Agreste da SEALBA, o sistema de produção com melhor sustentabilidade econômica é o cultivo de milho consorciado com distintas espécies de braquiária em plantio direto.

Já a pesquisa de Silva (2022) abordou a precipitação como o principal fator climático determinante para as lavouras na sub-região SEALBA, observando a carência de estações meteorológicas para monitorar e aplicar esse conhecimento, de maneira mais próxima da precisão, especialmente nas atividades agrícolas. De efeito, se conduziu avaliação do desempenho de quatro bases de dados de precipitação provenientes de fontes alternativas,

como as análises em grade MERGE e CHIRPS, e as reanálises do ECMWF, ERA5 e ERA5-Land. Os resultados indicam que a sub-região SEALBA configura condições climáticas propícias para produção de grãos, especialmente para a cultura da soja, e que a janela mais favorável para o cultivo abrange os meses de fevereiro a junho, destacando-se o mês de abril com estimativa de produção potencial acima de 90%. Verificou-se, também, que as subáreas no norte de Alagoas possuem janela mais extensa, seguidas pelas subáreas litorâneas, que iniciam o período chuvoso no final de dezembro até o início de janeiro, proporcionando janela mais ampla para o cultivo de grãos.

Teixeira *et al.* (2023), utilizaram parâmetros obtidos por sensoriamento remoto em conjunto com dados climáticos para detectar anomalias na umidade do solo na região SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia), ao comprido anos 2018, 2019, 2020 e 2021, comparando com os períodos históricos de 2007 até cada um desses anos. Os resultados indicam que os meses de junho a julho exprimem as melhores condições de umidade do solo, e, de dezembro a fevereiro, ocorrem os menores valores, indicando condições desfavoráveis para o crescimento das plantas. As análises das anomalias de 2008 a 2021 identificam desvios das condições ótimas de umidade do solo, com potencial para orientar épocas de plantio na agricultura de sequeiro e recomendações para irrigação suplementar na agricultura irrigada.

Morais *et al.* (2023), por sua vez, tiveram como propósito avaliar cultivares de trigo em Anadia e Porto Calvo, no Agreste alagoano, sub-região da SEALBA, durante 2020 e junho/julho de 2021, quando características como dias para o florescimento, dias para maturação, altura da planta na maturação, produtividade de grãos e incidência de brusones foram avaliadas. Concluíram que cultivares sob alta pressão de brusone não alcançam bom desempenho em termos de produtividade de grãos, de sorte que se percebeu a necessidade de avaliação de novos genótipos sob variegadas condições de ambiente em Alagoas para indicar cultivares com adaptabilidade e estabilidade produtiva nas novas fronteiras do cultivo de trigo no Brasil.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, detalham-se a delimitação da área de estudo, a definição e as respectivas fontes para elaboração da base de dados com as variáveis aplicadas, além dos métodos de análises em uso para o tratamento dos dados e alcance dos cinco objetivos específicos sugeridos para a investigação.

3.1 Delimitação da área de estudo

A sub-região da SEALBA é composta por municípios situados nos Tabuleiros Costeiros e Agreste de Sergipe, todo o Estado de Alagoas e nordeste da Bahia, delimitada com amparo nas iniciativas e estratégias territoriais implementadas pela Embrapa, visando à expansão da fronteira agrícola nesses territórios.

A fronteira agrícola da SEALBA é formada pela junção de 171 municípios, 69 dos quais estão localizados em Sergipe, 74 estão em Alagoas, e 28 na Bahia. E, ainda, de acordo com o IBGE (2015), estima-se que a área da SEALBA é de 5.148.941 hectares, sendo que Sergipe corresponde a 33,2%, Alagoas a 36,1%, e a Bahia a 30,7% do território.

No Quadro 1, estão as quantidades de municípios dos estados, bem como os quantitativos e os percentuais dos municípios integrantes da SEALBA, objetos deste estudo.

Quadro 1- Percentual dos municípios da Sub-região SEALBA em relação aos totais dos estados.

Estado (A)	Total de Municípios (B)	Municípios da SEALBA (C)	(C)/(B) em %
Alagoas	102	74	72,54
Sergipe	75	69	69,75
Bahia	417	28	6,7

Fontes: Censo Agropecuário de 2017-IBGE (2019) e Procópio *et al.* (2019).

3.2 Base de dados

Esta investigação lida-se em indicadores secundários de precipitações pluviométricas dos municípios estudados, extraídos da base de dados *National Oceanic and Atmospheric Agency* (NOAA), além das informações pluviométricas dos municípios integrantes da SEALBA, de 1974 até 2020.

As informações referentes à agricultura relacionam-se às lavouras de feijão, mandioca e milho, tradicionalmente cultivadas, predominantemente em regime de sequeiro. Portanto, os dados referentes às variáveis área colhida, valor da produção e quantidade produzida foram coletados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), banco de tabelas estatísticas, que tem como objetivo armazenar e disponibilizar os indicadores de investigações realizadas pelo IBGE. As variáveis, a descrição de cada uma e as fontes estão expandidas no Quadro 2.

Quadro 2- Variáveis utilizadas na pesquisa.

Variáveis	Definições	Fontes
CH _{ijt}	Precipitação em mm anuais de chuvas no município j (j = 1, 2, ...,171) no ano t (t = 1974, ...,2020).	NOAA, 2022
AR _{ijt}	Área colhida (ha) da cultura i (i = 1, 2, 3), no município j, no ano t.	SIDRA: IBGE
VR _{ijt}	Valor da Produção (R\$) da cultura i, no município j, no ano t, corrigido pelo IGPD-I com base no ano 2020.	SIDRA: IBGE
QP _{ijt}	Quantidade produzida (t) da cultura i, no município j, no ano t.	SIDRA: IBGE
PA _{ijt}	Produtividade da cultura (t/ha): Razão entre a quantidade produzida (t) da cultura i, no município j, no ano t e a área colhida (ha) da cultura i (i = 1, 2, 3), no município j, no ano t.	SIDRA: IBGE
VH _{ijt}	Valor da Produção por ha (R\$/ha): Razão entre valor da produção (R\$) da cultura i, no município j, corrigido pelo IGPD-I com base no ano 2020 e a área colhida (ha) da cultura i (i = 1, 2, 3).	SIDRA: IBGE
PR _{ijt}	Preço médio de feijão, mandioca e milho observado anualmente em cada município (R\$).	SIDRA: IBGE

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa (2024).

Os procedimentos estatísticos foram feitos no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 27.

3.3 Metodologia para atingir o objetivo “a”

Inicialmente se estimam as pluviometrias médias agregadas, por estados, dos municípios que fazem parte da SEALBA de 1974 a 2020. Para aferir se há diferenças nas pluviometrias dos municípios que fazem parte do da sub-região de 1974 a 2020, utilizou-se do modelo de regressão linear com a adoção do modelo exibido na Equação 1:

$$CH_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 D1 + \alpha_2 D2 + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

Na Equação (1), a variável CH_{ijt} define a pluviometria observada nos municípios “i”, no estado “j” no ano “t” na sub-região da SEALBA; as variáveis D1 e D2 são *dummies* que tem as definições:

D1 = 1 para os municípios situados no estado da Bahia; D1 = 0 para os Estados de Alagoas e Sergipe.

D2 = 1 para os municípios situados no Estado de Sergipe; D2 = 0 para os Estados da Bahia e Alagoas.

O parâmetro α_0 , tornando-se estatisticamente diferente de zero e $D1=D2=0$, é o coeficiente linear que estima a média pluviométrica dos municípios de Alagoas.

O coeficiente angular α_1 , sendo estatisticamente diferente de zero, com $D2=0$, significa que há diferenças entre a pluviometria da Bahia e de Alagoas.

O coeficiente α_2 , sendo estatisticamente diferente de zero, em que $D1=0$ significa que as pluviometrias de Alagoas e Sergipe têm médias estatisticamente diferentes. O termo aleatório ε_{ijt} , por hipótese, é ruído branco. Sendo essa hipótese verdadeira, os parâmetros α_0 , α_1 , e α_2 são estimados utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO) (Gujarati; Porter, 2011; Wooldridge, 2013).

3.4 Metodologia para atingir o objetivo “b”

O objetivo “b” da pesquisa demandou aferir as instabilidades das pluviometrias dos estados, bem como das variáveis que definem as produções das lavouras alimentares estudadas na pesquisa do feijão, mandioca e milho. Logo, empregou-se o Coeficiente de Variação (CV) que mede a relação percentual entre o desvio-padrão (δ) e a variável aritmética média (μ), e enseja analisar as homogeneidades ou heterogeneidades associadas às variáveis utilizadas na pesquisa.

Conforme Gomes (1985), classificam-se os Coeficientes de Variação (CV) associados a uma variável aleatória, de acordo com as amplitudes dessa variável, como indicado no Quadro 3.

Quadro 3- Classificação do CV, de acordo com a amplitude.

Classificação do CV	Amplitude do CV
Baixo	$CV < 10\%$
Médio	$10\% \leq CV < 20\%$
Alto	$20\% \leq CV < 30\%$
Muito Alto	$CV \geq 30\%$

Fonte: Gomes (1985).

Assim, quanto mais próximo de zero o CV estiver em relação à distribuição de uma variável aleatória, maior será a homogeneidade ou estabilidade da distribuição dos estudos em torno da média.

Em outras palavras, quanto maior for o valor do CV, mais heterogênea será a distribuição dos valores da variável aleatória em torno da média. Ressalte-se que, apesar de não existir limite superior definido para o CV, a utilização dessa medida como indicador de homogeneidade ou heterogeneidade da distribuição de uma variável aleatória requer a determinação de um valor crítico mínimo. Essa abordagem concede oportunidade à avaliação precisa da consistência dos dados e da variabilidade dos resultados em torno da média.

Seja evidenciado o fato de que o CV é empregável como métrica de instabilidade, sendo vantagem adicional na aplicação do CV nesse contexto, em comparação com outras medidas de variabilidade. É a capacidade de realizar comparações entre variáveis com naturezas e aferições diferentes (Gomes, 1985; Lemos; Bezerra, 2019).

3.5 Metodologia para atingir o objetivo “c”

Neste objetivo, a pesquisa intentou mensurar se havia diferenças entre as áreas colhidas, as produtividades e os valores da produção das variáveis que definem as produções de feijão, mandioca e milho nos municípios que fazem parte da SEALBA *vis-à-vis*, aqueles que não estão incluídos nessa sub-região.

Para atingi-lo, a pesquisa empregou a equação (2), definida a seguir:

$$Y_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 D1 + \varepsilon_{ijt} \quad (2).$$

Na equação (2), a variável (Y_{ijt}) tanto representa as áreas colhidas, como as produtividades ou os valores da produção por hectare de feijão, mandioca e milho nos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA.

A variável D1 é binária, sendo D1=1 quando os municípios de Alagoas, Bahia e Sergipe forem localizados na sub-região da SEALBA e D1=0, quando os municípios desses estados estiverem fora dessa sub-região.

3.6 Metodologia para atingir o objetivo “d”

No âmbito desse escopo, a intenção foi agregar as pluviometrias, as áreas colhidas, as produtividades e os preços do feijão, mandioca e milho no Índice de Produção (IPRO), estimado utilizando o método de Análise Fatorial (AF), com a técnica de decomposição em componentes principais.

3.6.1 Síntese do método de AF no que se aplica à pesquisa

A Análise Fatorial é uma técnica multivariada de interdependência com vistas a sintetizar as relações observadas entre um conjunto de variáveis inter-relacionadas, para identificar fatores comuns. Nesta técnica, os dados são agregados por meio da aplicação de uma média ponderada, considerando as pluviometrias, as áreas colhidas, as produtividades e os preços de feijão, mandioca e milho. A definição dos pesos para ponderação foi realizada por meio do uso do método de análise fatorial, em conjunto com a técnica de decomposição em componentes principais.

Para Fávero *et al.* (2009), a análise fatorial é uma técnica interdependente, cujo propósito é resumir as relações entre um conjunto de variáveis de maneira sinérgica, visando a identificar fatores comuns em um fenômeno. O principal objetivo dessa análise é simplificar ou reduzir um extenso número "n" de variáveis observadas para um grupo "p" menor de variáveis não observadas ($p < n$), denominadas fatores. Portanto, a interpretação e entendimento das dimensões resultantes na análise fatorial caracterizam os dados em quantidades mais reduzidas em comparação com a variável única original.

Desse modo, realizou-se a redução de dados, calculando os escores fatoriais de cada dimensão latente e, posteriormente, substituindo as variáveis originais por esses fatores. Estes, em menor quantidade, encapsulam as informações das variáveis originais (Hair Junior *et al.*, 2005; Sousa, 2023).

O modelo de análise fatorial resulta assim representado na Equação (3):

$$X = \alpha f + \varepsilon \quad (3),$$

em que:

$X = (X_1, X_2, \dots, X_p)^T$ constitui-se em vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis;

$f = (f_1, f_2, \dots, f_r)^T$ é um vetor transposto $r < p$ de variáveis não observáveis, ou variáveis latentes, chamadas de fatores;

α é uma matriz ($p \times r$) de coeficientes fixos chamados de cargas fatoriais;

$\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_r)^T$ é um vetor transposto de termos aleatórios.

Usualmente $E(\varepsilon) = E(f) = 0$; uma propriedade complementar relacionada aos fatores é que eles são ortogonais (Fávero *et al.*, 2009; Lemos, 2015; Sousa, 2023).

Para determinar a viabilidade da aplicação da análise fatorial, é essencial realizar a avaliação da Amostra Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), índice que examina a adequação dos dados à análise fatorial, Quadro 4, e conduzir o Teste de Esfericidade de Bartlett, o qual verifica as correlações entre as variáveis.

Quadro 4- Estatística KMO e a análise fatorial com decomposição em componentes principais

Valores para KMO	Adequação para Análise Fatorial
1 - 0,9	Muito boa
0,8 - 0,9	Boa
0,7 - 0,8	Média
0,6 - 0,7	Razoável
0,5 - 0,6	Má
< 0,5	Inaceitável

Fonte: Fávero *et al.* (2009).

De acordo com Fávero *et al.* (2009), o teste KMO é representado pela expressão a seguir:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (4)$$

em que r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis e a_{ij} é o coeficiente de correlação parcial.

A análise fatorial revela a necessidade de validar três pressupostos: Normalidade, Linearidade e Correlação significativa entre as variáveis. A avaliação da Normalidade é conduzida por meio de testes como o de Kolmogorov-Smirnov, o Teste Jarque-Bera ou o Teste Shapiro-Wilks, a fim de assegurar que as variáveis possuam distribuição normal, com média zero e variância constante. Na análise da correlação, é essencial verificar os resultados do coeficiente de Pearson para cada par de variáveis, considerando relação como correlata

quando o nível de significância for igual ou inferior a 5%. Entrementes, a linearidade trata de inferência incorporada nas análises multivariadas.

Conforme Fávero *et al.* (2009), à medida que são estimados múltiplos fatores, as técnicas de análise fatorial possibilitam a realização de rotações, seja ortogonal ou oblíqua, nos fatores estimados. Assim, optou-se pela geração de fatores ortogonais, em contraste com a estratégia empregada para criar o índice que consolidará os escores fatoriais resultantes desses fatores. Com efeito, durante a rotação ortogonal, os fatores estimados na disposição inicial são transformados em novos fatores independentes, mantendo-se os valores das comunalidades, a proporção da variância explicada pelo conjunto de fatores, bem como as magnitudes dos testes KMO e de Bartlett. Ao adotar o método de rotação ortogonal Varimax, intenta-se minimizar o número de variáveis denotativas de elevadas cargas em cada fator.

Os escores fatoriais derivados estimativa das cargas fatoriais têm distribuição simétrica em torno da média zero e variância um, significando que esses escores fatoriais assumem sinais tanto positivos quanto negativos. Para se estabelecer um índice em escala positiva, variando de zero a um, utiliza-se o seguinte procedimento, na hipótese de ser gerado apenas um fator, conforme Equação 5:

$$EF_r = \frac{(F_{ij} - F_{min})}{(F_{max} - F_{min})} \quad (5)$$

Desse modo,

EF_r = Escore fatorial padronizado associado ao r-ésimo fator estimado;

F_{ij} = j-ésimo ($j = 1, 2, \dots, p$) escore fatorial associado ao i-ésimo município;

F_{jmax} = valor máximo, que deve ser positivo, assumido pelo escore fatorial;

F_{jmin} = valor mínimo, que é negativo, associado pelo escore fatorial.

Com base na Equação 5, os escores fatoriais variam de zero e um (1). Para estabelecer o Índice de Produtividade (IPRO), uma vez definidos os fatores em que as variáveis ficam resumidas, observa-se a variância total explicada pelos “p” fatores. A variância total explicada se constitui na soma linear das variâncias explicadas por parte de cada fator e, com arrimo nessas variâncias parciais, definem-se os pesos de cada escore fatorial na variância total. Isso foi feito dividindo-se as variâncias parciais pela variância total. A soma desses pesos é um. Sendo assim, o IPRO fica definido pela equação (6):

$$\text{IPRO}_j = \sum p_r \text{EF}_r \quad (6)$$

Desse modo,

EF_r = Escore fatorial padronizado associado ao r-ésimo fator estimado;

IPRO_j = j-ésimo ($j = 1, 2, \dots, p$) índice de produtividade do município;

p_r = r-ésimo fator padronizado.

3.7 Metodologia para atingir o objetivo “e”

Este desiderato visou a analisar se existem diferenças entre os municípios de Sergipe, Alagoas e Bahia, reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro e aqueles que não são, por meio das aferições obtidas pelo índice de agregação das variáveis (IPRO):

$$\text{IPRO}_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 D + \epsilon_{ijt} \quad (6)$$

Nesta equação, a variável D é binária, sendo que assume valor zero nos municípios que não fazem parte do Semiárido e valor um (1) naqueles que fazem parte. O coeficiente linear é o valor médio do IPRO quando $D=0$, ou, o que significa a mesma coisa em decorrência da definição, isto é, o valor médio do índice nos municípios que não fazem parte do Semiárido.

Caso o coeficiente angular β_1 seja estatisticamente diferente de zero, significa que municípios dos estados estudados localizados no semiárido e não localizados têm IPRO médio estatisticamente diferentes.

O termo aleatório ϵ_{ijt} , por hipótese, é ruído branco. Caso a hipótese seja assumida como verdadeira, os coeficientes linear e angular da equação são estimáveis usando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários MMQO (Gujarati; Porter, 2011; Wooldridge, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, mostram-se os resultados alcançados de acordo com os objetivos propostos pela pesquisa, os quais servirão de base para analisar a interação das instabilidades pluviométricas com as variáveis definidoras da produção das lavouras alimentares de sequeiro estudadas na sub-região SEALBA.

4.1 Resultados encontrados para o objetivo “a”

Inicialmente, foram comparados dois grupos: o primeiro composto por municípios da Bahia, Sergipe e Alagoas que fazem parte da SEALBA e o segundo por municípios desses mesmos estados fora dessa região, no período de 1974 a 2020. Com essa intenção, foi realizada regressão simples com a ajuda de variáveis *dummies* binárias, e verificou-se que, em média, as chuvas dos municípios da sub-região SEALBA, tendo agregadas as informações dos três estados, são estatisticamente maiores do que a média observada para os municípios não incluídos nessa região com no máximo 1% de significância (Tabela 2).

Tabela 2-Comparação das Precipitações Pluviométricas de 1974 a 2020

Variável	Coefficientes	Estatística T	sig.	R ² ajustado
Constante	865,80	315,43	0,00*	0,115
D	306,69	60,12	0,00*	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%.

O coeficiente de determinação ajustado R² para esta equação é de 0,115. Em decorrência desses resultados, verifica-se que, quando o valor da variável *dummy* D = 0 (não SEALBA), tem-se a média de chuva 865,80 mm; quando D = 1 (SEALBA), tem-se a média de chuvas de 1172,49 mm. Desse modo, as médias das pluviometrias agregadas dos municípios de Alagoas, Bahia e Sergipe, no período de 1974 a 2020, são assim hierarquizadas: Média SEALBA > Média Não SEALBA.

Ao investigar as pluviometrias médias individualizadas, por estado, constata-se que as médias observadas das chuvas caídas nos municípios agrupados na SEALBA são estatisticamente maiores do que aquelas observadas para os municípios que dela não fazem parte, com no máximo um erro de 1% (Tabela 3).

Tabela 3- Comparação das Precipitações Pluviométricas, por Estado.

Alagoas				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	671,07	67,34	0,00*	0,405
D	668,68	57,15	0,00*	
Bahia				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	883,00	304,77	0,00*	0,009
D	143,88	13,09	0,00*	
Sergipe				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	662,30	37,68	0,00*	0,115
D	392,00	21,39	0,00*	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%.

Com base nos resultados mostrados na Tabela 3, depreende-se que as médias das pluviometrias das regiões da SEALBA nos estados são de, respectivamente, para Alagoas, Bahia e Sergipe: 1339,68; 1026,88 e 1054,30. Por outro lado, as pluviometrias médias observadas para os municípios que não fazem parte da SEALBA são de, respectivamente: 671,07; 883,00 e 662,30. Assim, também se hierarquiza em nível dos estados que: Médias SEALBA > Médias Não SEALBA

Esses achados corroboram os resultados encontrados nos trabalhos de Hirakuri *et al.* (2016), Ramacioti (2018), Procópio *et al.* (2019), Ribeiro e Couto (2020) e Silva (2022), indicando que as precipitações pluviométricas dos municípios da sub-região SEALBA são mais expressivas, tornando-se, portanto, um dos critérios para a identificação dos municípios com potencial agrícola.

Em seguida, a pesquisa fez a comparação das médias das precipitações de chuvas nos estados que fazem parte da SEALBA de 1974 a 2020. Esses resultados estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4- Comparação das Precipitações Pluviométricas de 1974 a 2020.

Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	1339,76	220,05	0,00*	0,141
D ₁	-312,87	-27,26	0,00*	
D ₂	-285,45	-32,56	0,00*	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%

Das evidências mostradas na Tabela 4, depreende-se que as pluviometrias médias dos Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe são estatisticamente diferentes, com pelo menos 1% de erro. Com suporte nesses resultados, verifica-se que as médias das pluviometrias observadas nos estados de 1974 a 2020 são de, respectivamente: 1339,76 mm em Alagoas; 1026 mm para a Bahia e 1054,31 mm para Sergipe. Esses resultados ensejam, assim, hierarquizar as pluviometrias médias dos estados que fazem parte da SEALBA: MÉDIA Alagoas > MÉDIA Sergipe > MÉDIA Bahia.

Levando na devida consideração esse achado, políticas públicas com intuito de angariar investimentos em infraestrutura agrícola, como sistemas de irrigação eficientes e armazenamento de água, são propícias no auxílio aos agricultores da SEALBA para que aproveitem ao máximo a pluviometria disponível, permitindo uma produção mais estável e diversificada. Demais disso, políticas que ofereçam programas de educação e capacitação para os agricultores da sub-região sobre práticas agrícolas adaptadas às condições climáticas locais são passíveis de aumentar a produtividade e a eficiência da agricultura na região.

4.2 Resultados encontrados para o objetivo “b”

Para analisar as instabilidades das pluviometrias dos estados, bem como das variáveis utilizadas para avaliar as produções das lavouras alimentares (feijão, mandioca e milho), recorreu-se à análise descritiva, cujo propósito é conhecer melhor a amostra que está sendo estudada.

4.2.1 Estatísticas descritivas estimadas para o Estado de Sergipe

Nesta subseção, foram analisadas as variáveis do estudo referentes ao Estado de Sergipe.

Na Tabela 5, constata-se que a maior área colhida média foi de milho (1.246,50 ha), a maior produtividade foi a de mandioca (11924,54 t/ha), o preço médio mais alto foi da cultura do feijão (R\$ 7,57) e o menor preço médio foi o da mandioca (R\$ 0,70). Foi constatada alta variabilidade nos dados, com coeficientes de variação muito elevados.

Tabela 5 - Estatística descritiva dos municípios de Sergipe, no período de 1974 a 2020.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Pluviometria	214,25	2.337,55	1.022,95	313,70	30,67
Área colhida -Feijão (ha)	6	15750	594,05	1525,87	256,85
Área colhida – Mandioca (ha)	6	13500	439,10	1019,08	232,08
Área colhida – Milho (ha)	6	40000	1246,50	3328,48	267,02
Produtividade do Feijão (t/ha)	20,16	3000	470,18	222,95	47,41
Produtividade da Mandioca (t/ha)	640	30000	11924,54	3051,04	25,58
Produtividade do Milho (t/ha)	25	7600	1203,35	1171,01	97,31
Preço do Feijão (R\$)	0	36,96	7,57	6,21	81,98
Preço da Mandioca (R\$)	0	2,56	0,70	0,39	56,86
Preço do Milho (R\$)	0	8,71	2,07	1,36	65,94

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

Quanto aos municípios de Sergipe que estão na SEALBA, Tabela 6, verifica-se comportamento similar, pois a maior área média colhida foi, também, do milho (1.055,22 ha), bem como a maior produtividade média foi a da mandioca (11.995,21 t/ha) e o maior preço médio o do feijão (R\$ 7,60).

No que diz respeito à expressividade da média da área colhida, Silva (2022) ressalta que o milho é o principal grão cultivado nas propriedades rurais da região SEALBA, com destaque para os municípios localizados na faixa do Agreste sergipano, e também se expande para os municípios do Médio Sertão sergipano. Adicionalmente, as características geoambientais da sub-região tendem a reduzir o choque de pragas e doenças nas plantações de milho, ensejando seu cultivo durante a entressafra, e, ainda, o polo de fertilizantes, situado em Sergipe, desempenha ofício de relevo na agilidade da distribuição e na redução dos custos de frete dos insumos utilizados nas lavouras de milho.

Conforme Tabelas 5 e 6, precipitação máxima (2.337,55 mm) foi identificada no Município de Ilha das Flores, localizado na SEALBA, e a média dos municípios dessa sub-região é maior (1.054,31mm) do que a daqueles que estão fora (662,30 mm), e da média, quando se analisam todos, conjuntamente (1.022,95 mm) (Tabela 5 e 6).

Tabela 6- Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do Estado de Sergipe.

Variáveis	SEALBA		Não SEALBA	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Pluviometria	1.054,31	28,54	662,30	32,88
Área colhida -Feijão (ha)	442,76	304,35	2.222,47	100,24
Área colhida – Mandioca (ha)	460,43	227,41	103,05	85,69

Área colhida – Milho (ha)	1.055,22	313,16	3.501,39	78,03
Produtividade do Feijão (t/ha)	470,98	43,39	461,67	79,76
Produtividade da Mandioca (t/ha)	11.995,21	25,47	10.810,96	25,57
Produtividade do Milho (t/ha)	1.202,73	98,82	1.210,75	77,77
Preço do Feijão (R\$.kg ⁻¹)	7,60	81,84	7,31	83,81
Preço da Mandioca (R\$.kg ⁻¹)	0,70	56,79	0,70	58,20
Preço do Milho (R\$.kg ⁻¹)	2,09	66,03	1,93	64,19

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa (2024).

Os CV estimados sugerem a existência de grande instabilidade para todas as variáveis. Com efeito, os CV estimados de área colhida, produtividade, valor da produção, pluviometria e preço exibem enormes amplitudes, enquadrados nos grupos 'alto' e 'muito alto', tanto para o grupo SEALBA como para o grupo não SEALBA.

Das evidências mostradas na Tabela 6 depreende-se que as médias da área colhida da mandioca (460,43 ha), da produtividade do feijão (470,98 t/ha), da produtividade da mandioca (11.995,21t/ha), do preço do feijão (R\$ 7,60) e do preço do milho (R\$ 2,09) são maiores nos municípios da SEALBA do que o grupo que não faz parte dessa sub-região. No caso do preço da mandioca, constatou-se mesma média nos dois grupos, SEALBA e não SEALBA.

4.2.2 Estatísticas descritivas estimadas para o estado de Alagoas

Inicialmente, analisou-se as variáveis pluviometria, área colhida, produtividade e preço das culturas de feijão, mandioca e milho dos municípios de Alagoas, conforme Tabelas 7 e 8.

Tabela 7-Estatística descritiva dos municípios de Alagoas no período de 1974 a 2020.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Pluviometria (mm)	210,00	2.959,70	1.156,20	468,75	40,54
Área colhida -Feijão (ha)	6,00	15.000,00	974,06	1.602,27	164,49
Área colhida – Mandioca (ha)	6,00	8.000,00	299,97	649,76	216,60
Área colhida – Milho (ha)	6,00	12.060,00	760,69	1.243,27	163,43
Produtividade do Feijão (t/ha)	2,94	4.050,00	422,44	196,23	46,45
Produtividade da Mandioca (t/ha)	690,00	25.000,00	10.011,54	2.395,62	23,92
Produtividade do Milho (t/ha)	3,77	7.500,00	572,03	479,99	83,90
Preço do Feijão (R\$.kg ⁻¹)	0,00	57,15	7,89	7,87	99,68
Preço da Mandioca (R\$.kg ⁻¹)	0,00	19,05	1,40	1,87	133,43
Preço do Milho (R\$.kg ⁻¹)	0,00	14,29	2,27	1,80	79,37

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa (2024).

Constatou-se que a cultura de feijão apresentou maior média em relação à área colhida (974,0 hectares) e em relação ao preço (R\$ 7,89). E embora a área colhida média da mandioca tenha sido a menor das três culturas, a produtividade foi a maior (25.000 toneladas por hectares), e o preço médio foi o menor. Destaque que o coeficiente de variação das pluviometrias, das áreas colhidas, das produtividades e dos preços das três culturas se enquadram na classificação “muito alto”, com exceção da produtividade da mandioca cujo coeficiente (23,92) enquadra-se na classificação “alta”, em suma, todos apresentam alta dispersão em relação à média. Cabe destacar que esses valores obtidos de CV ainda são considerados muito alto de acordo com Gomes (1985).

Observou-se que no estado de Alagoas a maior precipitação pluviométrica (2.959,70 mm) aconteceu nos municípios Coqueiro Seco, Santa Luzia do Norte e Satuba, todos localizados na sub-região SEALBA, e o menor índice (2010 mm) foi constatado nos municípios Água Branca e Pariconha, localizados fora da SEALBA.

A tabela 8 apresenta as médias e os coeficientes de variação dos municípios da SEALBA e do que estão fora dessa sub-região. Pode-se constatar que a média da área colhida do feijão (1.971,31 ha) e do milho (1.615,48 ha) foi maior no grupo fora da SEALBA, apenas a média da área colhida da mandioca foi maior no grupo SEALBA (425,46 ha).

Observou-se também que a produtividade do feijão (460,80 t/ha), da mandioca (10.447,03 t/ha) e do milho (634,65 t/ha) são maiores na sub-região SEALBA, no que diz respeito ao preço, apenas o preço médio do milho (R\$ 2,31) é maior na SEALBA.

Em relação à pluviometria neste estado, verifica-se que a média dos municípios da SEALBA (1.339,76 mm) é maior do que a média pluviométrica (671,07 mm) dos municípios fora dessa sub-região.

Importante destacar que todos os coeficientes de variação se enquadram na classificação alto ou muito alto conforme preconiza Gomes (1985), o que indica alta variabilidade dos dados.

Tabela 8-Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do estado de Alagoas.

Variáveis	SEALBA		Não SEALBA	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Pluviometria (mm)	1.339,76	29,96	671,07	33,41
Área colhida -Feijão (ha)	539,92	194,70	1.971,31	107,62
Área colhida – Mandioca (ha)	341,35	209,99	165,77	192,29
Área colhida – Milho (ha)	425,46	188,03	1.615,48	104,31

Produtividade do Feijão (t/ha)	460,80	40,56	334,34	56,44
Produtividade da Mandioca (t/ha)	10.447,03	23,02	8.598,82	20,10
Produtividade do Milho (t/ha)	634,65	82,82	412,39	67,78
Preço do Feijão (R\$.kg ⁻¹)	7,75	103,00	8,25	92,00
Preço da Mandioca (R\$.kg ⁻¹)	1,31	124,62	1,68	145,45
Preço do Milho (R\$.kg ⁻¹)	2,31	80,58	2,16	75,27

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa (2024).

4.2.3 Estatísticas descritivas estimadas para o estado da Bahia

Analisou-se nesta subseção as variáveis pluviometria, área colhida, produtividade e preço das culturas de feijão, mandioca e milho dos municípios da Bahia, conforme Tabelas 9 e 10.

Na Tabela 9, foram analisados os municípios da Bahia, e constatamos que as áreas colhidas médias mais expressivas são a de milho (1.594,80 ha) e a de feijão (1.543,80 ha), respectivamente. E assim como em Alagoas, a maior produtividade média foi a de mandioca (12.069,88 t/há), o maior preço médio foi da cultura de feijão (R\$ 7,02) e o maior preço no período de 1974 a 2020 foi de feijão (R\$ 42,86). Além disso, as variáveis em análise também apresentaram alta variabilidade em relação às médias.

Tabela 9- Estatística descritiva dos municípios da Bahia no período de 1974 a 2020.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Pluviometria (mm)	84,25	2.455,20	893,01	392,94	44,00
Área colhida -Feijão (ha)	6	131.341	1.543,80	4.088,60	264,84
Área colhida – Mandioca (ha)	6	24.000	742,37	1.248,30	168,14
Área colhida – Milho (ha)	6	123.070	1.594,80	4.698,89	294,63
Produtividade do Feijão (t/ha)	2,67	4.200	538,55	345,61	64,17
Produtividade da Mandioca (t/ha)	154,67	40.000	12.069,88	4.015,96	33,27
Produtividade do Milho (t/ha)	5,46	12.000	859,07	967,13	112,57
Preço do Feijão (R\$)	0	42,86	7,02	5,97	85,03
Preço da Mandioca (R\$)	0	6,22	0,92	0,75	82,64
Preço do Milho (R\$)	0	15,72	1,90	1,43	75,37

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa (2024).

Analisando as Tabelas 9 e 10, constatou-se que a precipitação pluviométrica máxima (2.455,2 mm) aconteceu nos municípios Dias d'Ávila, Lauro de Freitas e Simões Filho, ambos estão fora da SEALBA, no entanto, a maior média (1.026,89 mm) ocorreu no grupo localizado na SEALBA.

Tabela 10-Médias e Coeficientes de variação (CV) das pluviometrias e das variáveis das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios inseridos e os não inseridos na SEALBA do estado da Bahia.

Variáveis	SEALBA		Não SEALBA	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Pluviometria (mm)	1.026,89	36,19	883,00	44,47
Área colhida -Feijão (ha)	1.438,90	313,19	1.552,27	261,10
Área colhida – Mandioca (ha)	806,83	155,63	737,42	169,19
Área colhida – Milho (ha)	2.093,19	294,94	1.553,70	293,10
Produtividade do Feijão (t/ha)	563,93	48,12	536,50	65,40
Produtividade da Mandioca (t/ha)	12.881,17	27,65	12.007,54	33,66
Produtividade do Milho (t/ha)	993,96	93,36	847,94	114,33
Preço do Feijão (R\$.kg ⁻¹)	7,30	95,79	7,00	84,02
Preço da Mandioca (R\$.kg ⁻¹)	0,84	93,78	0,92	81,83
Preço do Milho (R\$.kg ⁻¹)	1,97	77,49	1,90	75,18

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

A Tabela 10 evidencia que as médias da área colhida de mandioca (806,83 ha), da área colhida de milho (2.093,19 ha), da produtividade do feijão (563,93 t/ha), da produtividade da mandioca (12.881,17 t/ha), da produtividade do milho (993,96 t/ha), do preço do feijão (R\$7,30) e do preço do milho (R\$ 0,84) são maiores na sub-região SEALBA do que no grupo fora dela.

Quanto às variabilidades, assim como em Sergipe e Alagoas, os dados do Estado da Bahia são bem heterogêneos, o que se comprova pelos valores altos dos coeficientes de variação.

4.3 Resultados encontrados para o objetivo “c”

Esta subseção trata dos resultados da verificação da existência de diferenças entre as áreas colhidas, os preços, as produtividades e os valores da produção das culturas de feijão, mandioca e milho, nos municípios que fazem parte da SEALBA *vis-à-vis* aqueles que não estão incluídos essa sub-região.

4.3.1 Análise comparativa para o Estado de Sergipe

A Tabela 11 contém a comparação entre as áreas colhidas, produtividade, preço e valor da produção das culturas de feijão, de mandioca e de milho nos municípios de Sergipe.

Ao analisar a área colhida de feijão no Estado de Sergipe, com um nível de significância a 1%, foi constatado que, nos municípios dentro da sub-região da SEALBA, a

área colhida é aproximadamente de 1.779,71 hectares menor em comparação com os municípios fora dessa sub-região. Já a comparação da produtividade do feijão entre os municípios que pertencem à sub-região da SEALBA e aqueles que não pertencem demonstrou ausência de diferença significativa. Comportamento similar constatou-se em relação aos preços do feijão.

Quanto ao valor da produção do feijão no Estado de Sergipe, com erro de pelos menos 1%, verificou-se um acréscimo positivo de aproximadamente R\$ 425,07 reais por hectare para a variável *dummy* dentro da sub-região da SEALBA. Isso demonstra que o valor da produção deste cultivo é substancialmente maior nessa proporção em comparação com os municípios que não fazem parte da SEALBA.

Tabela 11- Comparação entre as áreas colhidas, produtividades e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA *vis-à-vis* os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Sergipe.

Variáveis	Coeficientes estimados		
	Constante	D	R ² ajustado
Área colhida feijão (ha)	2.222,47*	-1.779,7*	0,106
Produtividade de feijão (t/ha)	461,67*	9,30	0,0001
Preço do feijão (R\$.kg-1)	0,915*	0,001	0,0001
Valor da produção/ha de feijão (R\$/ha)	2.648,03*	425,07*	0,003
Área colhida da mandioca (ha)	103,05	357,38*	0,007
Produtividade da Mandioca (t/ha)	10.810,96*	1.184,24*	0,008
Preço da Mandioca (R\$.kg-1)	0,940*	-0,001	0,0001
Valor da produção/ha de mandioca (R\$/ha)	8.040,67*	334,26	0,0001
Área colhida do milho (ha)	3501,398*	-2446,182*	0,039
Produtividade do milho (t/ha)	1210,755*	-8,025	0,0001
Preço do milho (R\$.kg-1)	0,911*	0,006**	0,001
Valor da produção/ha de milho (R\$/ha)	1804,228*	88,349	0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%. ** Significância de até 10%.

Os resultados referentes às áreas colhidas, preços e valores da produção da mandioca, revelaram a ausência de significância estatística, indicando que não há diferenças significativas entre estar ou não na sub-região da SEALBA, enquanto a comparação da produtividade da mandioca, com significância estatística a um nível de 1%, indicou um acréscimo de aproximadamente 1.184,24 kg por hectare, evidenciando que a produtividade da mandioca é maior nos municípios que fazem parte da SEALBA em comparação com aqueles que não fazem parte dela.

Ao comparar as áreas colhidas de milho no Estado de Sergipe entre os municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA e aqueles que não fazem parte, com significância

estatística a um nível de 1%, constatou-se uma diferença de aproximadamente 2.446,18 hectares a menos de área colhida deste cultivo na sub-região da SEALBA em comparação com os municípios que não fazem parte dela. Ao analisar essa queda na área colhida de milho, conjectura-se que é capaz estar relacionada a fatores como questões relacionadas à qualidade do solo, como erosão, baixa fertilidade ou compactação do solo, passíveis de reduzir a produtividade do milho. Infestações de pragas ou surtos de doenças específicas do milho podem ter prejudicado a produção na sub-região da SEALBA ou questões relacionadas à gestão agrícola, como práticas inadequadas de plantio, manejo inadequado de fertilizantes ou irrigação ineficiente, são suscetíveis de ter contribuído para a queda na área colhida.

A análise comparativa entre as produtividades do milho evidenciou ausência de significância estatística, demonstrando que não há diferença entre as produtividades do milho nos municípios que fazem parte da SEALBA e aqueles que não fazem parte desta sub-região, mesmo havendo sucedido com a comparação entre os valores da produção de milho.

Quanto ao preço do milho, constatou-se diferença significativa entre os preços dos municípios da SEALBA e os municípios que estão fora dessa sub-região.

4.3.2 Análise comparativa para o Estado de Alagoas

A Tabela 12 exprime a comparação entre as áreas colhidas, produtividade, preço e valor da produção das culturas de feijão, de mandioca e de milho nos municípios de Alagoas.

No que diz respeito à área colhida de feijão, constatou-se diferença significativa a pelo menos 1% entre os municípios da SEALBA e os que não fazem parte dessa sub-região. Comprovou-se cerca de 1.431,40 hectares a menos colhidos na região dos municípios que compõem a SEALBA, no período de 1974 a 2020.

Tabela 12- Resultado da comparação entre as áreas colhidas, produtividades, valor da produção e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA vis a vis os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Alagoas.

Variáveis	Coeficientes estimados		
	Constante	D	R ² ajustado
Área colhida feijão (ha)	1971,31*	-1,431,40*	0,168
Produtividade de feijão (t/ha)	334,35*	126,45*	0,088
Preço do feijão (R\$.kg ⁻¹)	0,720*	-0,002***	0,001
Valor da produção/ha de feijão (R\$/ha)	2.281,00*	855,50*	0,023

Área colhida da mandioca (ha)	165,77*	175,57*	0,013
Produtividade da Mandioca (t/ha)	8.598,82*	1.848,20*	0,107
Preço da Mandioca (R\$.kg ⁻¹)	0,789*	-0,020*	0,007
Valor da produção/ha de mandioca (R\$/ha)	14.147,04*	-901,657	0,001
Área colhida do milho (ha)	1.615,48*	-1.190,01*	0,185
Produtividade do milho (t/ha)	412,39*	222,24*	0,043
Preço do milho (R\$.kg ⁻¹)	0,710*	0,009**	0,001
Valor da produção/ha de milho (R\$/ha)	809,04*	464,85*	0,047

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1% ** Significância de até 5%. *** Significância de até 10%.

Verifica-se que a produtividade do feijão no Estado de Alagoas referente aos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA, comparados aos que não fazem parte desta, foi significativa a 1%, sendo cerca de 126,45 kg/hectares a mais, mostrando que a produtividade é maior nos municípios que fazem parte da SEALBA.

Quanto ao valor da produção, por hectare, do feijão no Estado de Alagoas referente aos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA, comparados aos que não fazem parte desta, a diferença foi significativa a 1%, de tal modo que os municípios da sub-região têm R\$ 855,50 reais por hectare a mais de faturamento. Observou-se, ainda, que o preço também é estatisticamente diferente (10%), sendo que os valores dos municípios não SEALBA exprimem valores um pouco maiores do que os da SEALBA.

A área colhida de mandioca no Estado de Alagoas referente aos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA, comparados aos que não fazem parte desta, foi significativa a 1%, indicando cerca de 175,57 hectares a mais colhidos pelos municípios que compõem a SEALBA.

No que diz respeito às produtividades da mandioca, constatou-se que a diferença entre os municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA e os que não fazem parte desta foi significativa a 1%. Desse modo, os municípios da SEALBA produzem 1.848,2 kg/hectares a mais do que os não localizados nesta sub-região.

O preço da mandioca revelou-se diferente, significativamente, entre municípios dentro da SEALBA e fora da sub-região. Com base na Tabela 11, verifica-se que municípios que estão fora possuem preços maiores. Ao comparar os valores da produção da mandioca por hectare, identificou-se ausência de diferença significativa, sugerindo que não há diferença entre estar dentro ou fora da sub-região.

Os dados relativos à comparação das áreas colhidas de milho no Estado de Alagoas mostram uma diferença estatisticamente significativa de 1%, fato indicativo de que cerca de

1.190,01 hectares a menos foram colhidos na região dos municípios que fazem parte de SEALBA em comparação com os municípios fora desse grupo.

Ao comparar a produtividade do milho no Estado de Alagoas referente aos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA, comparados aos que não fazem parte desta, com significância a 1%, cerca de 222,24 kg/hectares são produzidos a mais, mostrando que a produtividade é maior nos municípios que fazem parte da SEALBA.

Verificou-se na comparação entre os valores de produção, por hectare, significância a 1%, sendo que, dentro da sub-região SEALBA, os valores de produção têm acréscimo de R\$ 464,85 reais por hectare, mostrando que a valor da produção deste cultivo é maior nesta proporção, comparativamente aos municípios que não fazem parte da SEALBA. Comportamento similar se verifica com a variável preço, constatada diferença significativa entre municípios SEALBA e não SEALBA, indicando que os preços na sub-região são maiores, mas numa pequena proporção.

4.3.3 Análise comparativa para o Estado da Bahia

A Tabela 13 mostra a comparação entre as áreas colhidas, produtividade, preço e valor da produção das culturas de feijão, de mandioca e de milho nos municípios da Bahia.

Inicialmente, identificou-se ausência de diferenças significativas entre estar ou não na sub-região da SEALBA no que diz respeito às áreas colhidas do feijão. Quanto aos resultados referentes à comparação entre as produtividades do feijão no Estado da Bahia, constatou-se que a produtividade do feijão nos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA, em comparação com aqueles que não fazem parte, foi significativa a 1%. Assim, estima-se que haja cerca de 27,42 kg/hectares a mais nos municípios da SEALBA, evidenciando que a produtividade é maior nesses locais em comparação com os municípios que não fazem parte da sub-região.

Quanto ao valor da produção do feijão no Estado da Bahia, referente aos municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA em comparação com os municípios que não fazem parte desta, a diferença foi significativa a 1%, indicando que, dentro da sub-região SEALBA, o valor da produção de feijão é R\$ 545,11 a mais, por hectare, comparativamente aos municípios que não fazem parte da SEALBA.

Tabela 13- Resultado da comparação entre as áreas colhidas, produtividades, valor da produção e preços do feijão, mandioca e milho nos municípios da SEALBA *vis-à-vis* os que não fazem parte dessa sub-região no Estado de Bahia.

Variáveis	Coeficientes estimados		
	Constante	D	R ² ajustado
Área colhida feijão (ha)	1.552,27*	-113,37	0,0001
Produtividade de feijão (t/ha)	536,50*	27,42*	0,0001
Preço do feijão (R\$.kg-1)	0,071*	0,001**	0,001
Valor da produção/ha de feijão (R\$/ha)	3.763,82*	545,11*	0,001
Área colhida da mandioca (ha)	737,42*	69,41**	0,0001
Produtividade da Mandioca (t/ha)	12.007,54*	873,62*	0,003
Preço da Mandioca (R\$.kg-1)	0,081*	-0,010*	0,001
Valor da produção/ha de mandioca (R\$/ha)	10.957,099*	-361,041	0,0001
Área colhida do milho (ha)	1.553,70*	539,48*	0,001
Produtividade do milho (t/ha)	847,94*	146,00*	0,002
Preço do milho (R\$.kg-1)	0,071*	0,002**	0,0001
Valor da produção/ha de milho (R\$/ha)	1.470,03*	253,39*	0,002

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%. ** Significância de até 10%.

A análise do preço do feijão revelou que os municípios da SEALBA possuem preço significativamente superior, mas numa pequena proporção em relação aos preços dos municípios fora dessa sub-região.

A comparação das áreas colhidas de mandioca no Estado da Bahia demonstrou significância de 10%, e indicou que, dentro da sub-região SEALBA, os municípios colheram 69,41 hectares a mais do que os localizados fora da sub-região. Relativamente à comparação entre as produtividades da mandioca no Estado da Bahia, com uma significância de 1%, constatou-se um acréscimo de 873,62 kg/hectares na produtividade dos municípios localizados na SEALBA, evidenciando que a produtividade é maior do que a daqueles que não fazem parte da SEALBA; já a comparação entre os preços da mandioca, com diferença significativa, revela que municípios fora da SEALBA possuem preços maiores em relação aos municípios da SEALBA.

Quanto ao valor da produção de mandioca no Estado da Bahia, não foi identificada diferença significativa ao se comparar os municípios que fazem parte da sub-região da SEALBA com os que não fazem parte dela, pois não alcançou significância estatística.

A comparação entre as áreas colhidas de milho no Estado da Bahia, com uma significância de 1%, indicou que os municípios que compõem a SEALBA possuem 539,48 hectares a mais do que os localizados fora da sub-região. Comportamento similar verificou-se na comparação entre as produtividades do milho, com uma significância de 1%, havendo-

se constatado que os municípios da SEALBA têm produtividade maior com acréscimo de 146,00 kg/hectares do que aqueles que não fazem parte.

A análise comparativa entre os preços do milho evidenciou que os municípios da sub-região SEALBA são maiores, com erro de 10%, do que os municípios fora da sub-região, no entanto, numa pequena proporção.

Quanto aos valores da produção por hectare do milho, com no máximo um erro de 1%, observou-se que os valores da produção por hectare dos municípios da SEALBA têm um acréscimo de R\$ 253,00/ha em comparação com aqueles que não fazem parte.

Em suma, com base nas análises desenvolvidas para atender o objetivo “c”, está expresso o Quadro 5 com os resultados.

Quadro 5 - Resumo dos resultados das comparações entre municípios localizados na SEALBA (SELB) e os que não estão na SEALBA (NSEL) nos Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe.

Estado	Variável e cultura agrícola	Resultados (SEALBA vis a vis Não SEALBA) Sign. no máximo 5% de erro	SELB vis a vis NSEL
Sergipe	AREA feijão	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	PROD feijão	Não existe diferença	SELB = NSEL
	VPHA feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	PRÇO Feijão	Não existe diferença	SELB = NSEL
	AREA mandioca	Não existe diferença	SELB = NSEL
	PROD mandioca	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	VPHA mandioca	Não existe diferença	SELB = NSEL
	PRÇO mandioca	Não existe diferença	SELB = NSEL
	AREA milho	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	PROD milho	Não existe diferença	SELB = NSEL
	VPHA milho	Não existe diferença	SELB = NSEL
Alagoas	PRÇO Milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	AREA feijão	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	PROD feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	VPHA feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	PRÇO Feijão	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	AREA mandioca	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	PROD mandioca	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	VPHA da mandioca	Não existe diferença	SELB = NSEL
	PRÇO mandioca	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	AREA milho	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	PROD milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
VPHA milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL	
Bahia	PRÇO Milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	AREA feijão	Não existe diferença	SELB = NSEL
	PROD feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	VPHA feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	Preço do Feijão	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	AREA mandioca	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	PROD mandioca	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
VPHA mandioca	Não existe diferença	SELB = NSEL	

	<i>PRÇO</i> mandioca	Existe diferença negativa	SELB < NSEL
	<i>AREA</i> milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	PROD milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	<i>VPHA</i> milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL
	<i>PRÇO</i> Milho	Existe diferença positiva	SELB > NSEL

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

Considerando os resultados do Quadro 5, verifica-se que as produtividades das culturas de feijão, milho e mandioca nos Estados de Alagoas e Bahia exprimem diferenças positivas e significativas em municípios da SEALBA. Tais incrementos sugerem que outros fatores, além das condições climáticas, influenciam os resultados.

É importante considerar que a ausência de diferenças significativas entre o grupo da SEALBA e o grupo não SEALBA é suscetível de estar relacionada a outros fatores capazes de influenciar as variáveis analisadas, como políticas agrícolas passíveis de afetar de maneira uniforme a produção em todas as regiões, minimizando as disparidades entre os grupos de municípios; ou se os dois grupos de municípios têm acesso semelhante a recursos - como terras aráveis, água e insumos agrícolas - isso vai, decerto, resultar em produções agrícolas semelhantes. Portanto, é fundamental considerar esses e outros possíveis fatores que estejam contribuindo para a ausência de diferenças significativas entre os grupos de municípios, ao se interpretar os resultados do Quadro 5.

Em relação às diferenças negativas e significativas, observa-se que as áreas colhidas de milho e feijão dos municípios não SEALBA foram maiores do que os da SEALBA. Em razão desse fato, uma possível explicação seria que os municípios fora da região da SEALBA têm um histórico e uma tradição agrícola mais robustos, com extensa experiência no cultivo de milho e feijão, o que resulta em uma produção agrícola maior *pro rata temporis*.

4.4 Resultados encontrados para o objetivo “d”

Para avaliar as interações da pluviometria com as áreas colhidas, as produtividades e os preços do feijão, mandioca e milho no período de 1974 a 2020 nos Estados de Alagoas, Sergipe e Bahia, recorreu-se à utilização da Análise Fatorial (AF) com a técnica de Decomposição em Componentes Principais (DCP) para construir o Índice de Produção (IPRO). Os resultados que levaram a estimação dos escores fatoriais para a construção do índice estão mostrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Pluviometria, área colhida (ha), produtividade (Kg/ha) e preços (R\$) agregados de feijão, mandioca e milho dos Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe.

Variáveis	Comunalidade	Cargas fatoriais			
		F1	F2	F3	F4
Pluviometria	0,847	0,019	0,913	-0,095	0,062
Área colhida feijão	0,540	-0,047	0,206	-0,048	0,702
Área colhida mandioca	0,870	-0,007	0,895	0,264	0,018
Área colhida milho	0,755	-0,041	-0,033	0,847	0,188
Produtividade feijão	0,639	0,110	-0,137	0,209	0,751
Produtividade mandioca	0,793	-0,082	0,164	0,871	-0,046
Produtividade milho	0,784	0,865	-0,024	-0,068	0,174
Preço feijão	0,609	0,721	0,044	0,028	-0,295
Preço mandioca	0,837	0,900	-0,009	-0,100	0,129
Preço milho	0,847	0,019	0,913	-0,095	0,062
Teste KMO				0,543	
Teste de Bartlett					
Graus de Liberdade (GL)				36	
Qui-Quadrado (QQ)				54908,68	
Significância				0,000	
Variância Total Explicada (%)				74,16	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

Como se depreende das evidências mostradas na Tabela 14, as dez (10) variáveis analisadas se constituem em quatro (4) cargas fatoriais e são demonstrados os valores das respectivas comunalidades para cada variável obtida por meio da estimação dos componentes. Conforme Mingote (2005), foram consideradas cargas fatoriais com valores iguais ou maiores do que 0,50. Os valores descobertos para as comunalidades evidenciam que todas as variáveis possuem sua variabilidade gerada e caracterizada por quatro fatores.

O Teste de Bartlett sugere que a hipótese de matriz identidade de correlação entre as variáveis que fazem parte do índice é rejeitada. A estatística estimada para o KMO de 0,543, considerada aceitável, bem como a variância explicada de 74,167%, complementam o ajustamento encontrado nesta fase da pesquisa.

O IPRO construído para todos os municípios varia de zero (0) a um (1), de modo que, quanto mais próximo de um (1) for o seu valor, melhor será a situação do município no que se refere à sinergia entre as variáveis associadas às produções de feijão, mandioca e milho com as pluviometrias dos municípios.

Ainda na Tabela 39, verifica-se que o Fator 1 atende as variáveis: Produtividade milho (0,865), Preço feijão (0,721) e Preço mandioca (0,900). O Fator 2 abrange as variáveis Pluviometria (0,913), Área colhida mandioca (0,895) e Preço do milho (0,913). O Fator 3 contém as variáveis Área colhida milho (0,847) e Produtividade Mandioca (0,871). Por fim, o Fator 4 contempla a Área colhida feijão (0,702) e Produtividade feijão (0,751). O índice

IPRO foi obtido com amparo nestas cargas fatoriais, as quais foram trazidas para o primeiro quadrante do plano cartesiano.

Após gerar os índices de produção, utiliza-se a normalização de dados, que é um procedimento para transformar os dados em uma escala comum, de forma que todos os valores estejam em um determinado intervalo. Esse procedimento é frequentemente utilizado em análises comparativas para colocar distintos conjuntos de dados numa escala comum e comparável.

Desse modo, ao definir o maior valor como 100 e dividir os demais valores por esse máximo, ajustam-se os valores relativamente ao maior valor observado, tornando-o uma referência de 100. Isso enseja expressar todos os outros valores em relação a esse máximo, proporcionando uma maneira padronizada de comparar as variadas magnitudes dos índices de produção, gerando o IPRO_100.

A seguir, estão os resultados das médias, valores máximos, valores mínimos, desvios-padrão e os coeficientes de variação (CV) que foram calculados com base no IPRO_100 de cada município dos três estados da análise, conforme mostra a Tabela 15.

Tabela 15 - Análise descritiva do IPRO_100 de cada um dos estados da SEALBA, para o período de 1974 a 2020.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV(%)
IPRO_100 Alagoas	26,8	100,0	39,81	7,31	18,37
IPRO_100 Alagoas - SEALBA	26,8	100,0	40,03	6,96	17,40
IPRO_100 Alagoas – Não SEALBA	27,3	87,6	39,13	8,2577	21,10
IPRO_100 Bahia	24,6	99,2	41,43	7,72	18,63
IPRO_100 Bahia - SEALBA	27,3	74,6	42,37	7,81	18,43
IPRO_100 Bahia – Não SEALBA	24,6	99,2	41,36	7,7081	18,64
IPRO_100 Sergipe	25,6	65,3	41,19	5,11	12,42
IPRO_100 Sergipe - SEALBA	25,6	65,3	41,25	5,17	12,54
IPRO_100 Sergipe – Não SEALBA	30,5	53,4	40,27	4,0517	10,06

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

Observa-se na Tabela 15 que o maior IPRO_100 médio (42,37) foi identificado em municípios da Bahia que fazem parte da SEALBA, e da Bahia como um todo (41,43). Além disso, o IPRO_100 máximo foi identificado no Município de Alagoas, que faz parte da SEALBA, Chã Preta, no ano de 1989, e o menor IPRO_100 foi identificado no Município do Estado da Bahia, fora da SEALBA, Sítio do Quinto, no ano de 2018. Ao comparar o grupo SEALBA com o grupo não SEALBA, depreendem-se os maiores IPRO_100 nos municípios que fazem parte desta sub-região.

O fato de o índice de produção médio (IPRO) ser maior na SEALBA reforça a ideia de que as condições climáticas favoráveis na região estão contribuindo para maior eficiência e mais produtividade agrícola, o que sugere haver sinergias entre a pluviosidade, produtividade, áreas cultivadas e preços das culturas de sequeiro na sub-região.

Analisando o coeficiente de variação do IPRO_100, verifica-se que os valores estimados são considerados médios, conforme a classificação de Gomes (1985). Observa-se que os índices do Estado de Sergipe, tanto dentro quanto fora da região SEALBA, denotam maior homogeneidade em comparação com os demais estados analisados, ou seja, menor dispersão em torno da média, enquanto o maior CV foi identificado no grupo de todos os municípios da Bahia, seguido do grupo Bahia SEALBA, indicando menor uniformidade nos índices de produção.

4.5 Resultados encontrados para o objetivo “e”

Nesta etapa da pesquisa, foram analisados os municípios que fazem parte do SEALBA, separando-os em dois grupos: aqueles que são reconhecidos como integrantes do semiárido brasileiro e aqueles que não fazem parte.

Realizando-se os testes para avaliar as possíveis diferenças entre IPRO_100 dos municípios de SEALBA que são reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro e aqueles que não são, utilizando variáveis *dummies*, como mostrado na Tabela 16, chegou-se ao seguinte resultado:

Tabela 16- Resultado da comparação entre os IPRO_100 dos municípios do semiárido e aqueles que não fazem parte - análise conjunta dos três estados.

Variável	Valor da Produção/ha (R\$/ha)			
	Coefficientes	Estatística T	sig.	R ² ajustado
Constante	41,11	530,70	0,000*	0,000
D	0,05	0,56	0,575	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

*Significância de até 1%.

A análise conjunta dos municípios SEALBA não demonstrou significância, mostrando que não há diferenças significativas nos índices de produção entre os municípios reconhecidos como fazendo parte do semiárido e aqueles que não o são.

Na tabela 17, divisa-se a análise comparativa entre municípios do semiárido e aqueles que não o são, por estado, individualmente, considerando apenas os municípios da sub-região SEALBA.

Tabela 17- Resultado da comparação entre os IPRO_100 dos municípios do semiárido e aqueles que não fazem parte - análise individual dos três estados.

Alagoas-SEALBA				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	39,736	205,13	0,00*	0,00
D	0,1	0,53	0,59	
Bahia-SEALBA				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	41,42	428,059	0,000*	0,00
D	0,018	0,145	0,885	
Sergipe-SELABA				
Variável	Coeficientes	Estatística T	sig.	R² ajustado
Constante	41,126	285,348	0,000*	0,00
D	0,121	0,639	0,523	

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (2024).

Os resultados indicam que não há uma diferença significativa quando se analisam os índices de produção por estado, comparando aqueles que estão localizados em áreas semiáridas com aqueles que não estão. Isso significa que, independentemente de estarem no semiárido ou não, os municípios SEALBA expressam resultados semelhantes em termos de produção, não havendo uma distinção marcante na eficiência produtiva entre essas áreas geográficas.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa que ora se finda de relatar mensurou a evolução da produção agrícola de sequeiro, no período de 1974 a 2020, dos municípios que fazem parte do aglomerado de estados chamados de SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia), *vis-à-vis* aqueles que não são incorporados a esse grupo, considerando a instabilidade pluviométrica. Com esse intento, foram delineados cinco objetivos específicos no intuito de desenvolver a investigação.

As evidências encontradas no experimento confirmam que as chuvas dos municípios da SEALBA são significativamente diferentes daquelas dos municípios de fora dessa sub-região, confirmando os estudos dos técnicos da Embrapa que utilizaram esse aspecto como critério crucial para determinar sua composição.

As maiores incidências pluviométricas, no período de 1974 a 2020, ocorreram nos municípios do Estado de Alagoas, ficando em segundo lugar os municípios de Sergipe e, por último, os municípios da Bahia. Na análise das instabilidades pluviométricas, verificou-se que o Estado de Alagoas, no período analisado, teve maior precipitação pluviométrica nos municípios de Coqueiro Seco, Santa Luzia do Norte e Satuba, todos localizados na sub-região SEALBA, e o menor índice pluviométrico foi constatado nos Municípios de Água Branca e Pariconha, localizados fora da SEALBA.

Ao se proceder às análises das áreas colhidas, da produtividade e dos preços, observou-se que, nos municípios da SEALBA em Alagoas, a cultura do feijão teve uma média maior em termos de área plantada e preço, enquanto a mandioca se destacou em produtividade. Nas áreas da SEALBA na Bahia, o milho teve as maiores médias em área plantada, a mandioca obteve a maior produtividade e o feijão teve o preço médio mais alto. Já nos municípios da SEALBA em Sergipe, foram identificados padrões semelhantes aos de Alagoas e Bahia, com destaque para a área plantada de milho, a produtividade da mandioca e o preço do feijão.

Vale destacar que um fator em comum identificado nesses municípios da SEALBA é a expressividade da produtividade da mandioca em relação às demais culturas. Isso ocorre porque a mandioca desempenha papel crucial na subsistência de pequenos produtores rurais do SEALBA, o que não é suficiente para beneficiar a maioria dos produtores. Sendo assim, a mandioca tem o potencial de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico nos municípios da região, especialmente quando atinge níveis elevados de produtividade e é direcionada para mercados especializados, como a produção de fécula, goma e polvilho.

Quando se examinou se há diferenças nas áreas colhidas, produtividade e valor da produção, comprovou-se que as diferenças significativas e comuns entre os municípios da região SEALBA nos três estados se manifestaram, especialmente, no valor da produção do feijão, na produtividade da mandioca e na área colhida do milho.

A pesquisa revelou que o Município de Chã Preta, localizado em Alagoas e fazendo parte da região SEALBA, revelou o maior índice de produção entre todos os municípios estudados. De outra parte, o menor índice foi identificado em Sítio do Quinto, no Estado da Bahia, fora da região SEALBA. Esse achado explica-se pela influência da localização geográfica e das condições específicas de cada região sobre a produção agrícola.

Essas descobertas que evidenciam potencialidades da sub-região SEALBA estão propícias a fornecer *insights* importantes para entender como esses fatores afetam a agricultura nessa região específica e são capazes de orientar políticas e estratégias para o desenvolvimento agrícola sustentável, pois, quando observada uma tendência de maior precipitação com menor instabilidade em determinadas áreas, isso indica um potencial para explorar oportunidades agrícolas mais diversificadas e lucrativas. Nesses casos, uma política específica de concessão de crédito a grupos coletivos de agricultores é justificada, uma vez que seria direcionada para investimentos conjuntos em culturas que possuam um potencial de rentabilidade significativamente maior do que as tradicionais, como feijão, milho e mandioca, que historicamente foram cultivadas, principalmente, para subsistência. Ao incentivar a diversificação para culturas com maior potencial de mercado e retorno financeiro, os agricultores aproveitam as condições climáticas favoráveis para obter uma produção mais estável e lucrativa.

Além disso, é essencial considerar o papel das inovações tecnológicas e gerenciais na melhoria da eficiência produtiva das culturas de milho e mandioca, pois, ao introduzir mais práticas agrícolas, métodos de cultivo mais eficientes e tecnologias modernas, os agricultores são capazes de aumentar sua produtividade e a qualidade da produção, o que não apenas enseja a geração de excedentes dessas culturas, mas também proporciona uma base sólida para a diversificação produtiva. De modo geral, ao adotar uma abordagem integrada que combine políticas de crédito direcionadas e investimentos em inovação agrícola, é possível promover um desenvolvimento agrícola sustentável e resiliente na região do SEALBA, aproveitando ao máximo as condições climáticas favoráveis.

Os resultados também apontam que não há diferenças significativas quando se comparam os índices de produção, por Estado, seja considerando aqueles localizados em

áreas semiáridas ou não, sugerindo que os estados exprimem resultados semelhantes em termos de produção, independentemente das condições climáticas específicas.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. Nordeste sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 60–68, 1999.

ALMEIDA, M.R.M. **Produção de soja na região do SEALBA alagoano: uma análise dos determinantes e dos limites de sua expansão**. 2023. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP.
Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/12956>. Acesso em: 08 jan. 2024.

ANDRADE, A. J. P. **A Agricultura Familiar no Seridó Potiguar: Vulnerabilidade, Percepção e Adaptação às Mudanças Climáticas**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**. 6. ed. Recife: Editora Universitária – UFPE, 1998.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ANGELOTTI, F.; SA, I. B. MELO, R. F. Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro. *In*: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p.41-49.

ARAÚJO, J. R. E. S. *et al.* Agricultura de sequeiro e variabilidade produtiva de uma cultura de subsistência em Gado Bravo, Semiárido da Paraíba. **Diversitas Journal**, Alagoas, v. 6, n. 3, p. 2905-2918, 2021.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Semiárido - É no Semiárido que a vida pulsa!** 2017. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiario#caracteristicas-semiarido>. Acesso em: 06 jan. de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO (ABIMILHO). **Estatísticas**. 2021. Disponível em: <https://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BARAVIERA, C.M.; CANEPPELE, C.; DOURADO, L.; AGUERO, N. Avaliação de propriedades físicas de grãos de híbridos de milho. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 10, n. 19, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio. Brasil2020/21 a 2030/31**. 12. ed. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/view>. Acesso em: 14 jan. 2024.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J.R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, São Paulo, n. 19, 2013.

CARVALHO, H. W. L. *et al.* **Desempenho de híbridos simples no Nordeste brasileiro: safra 2008/2009**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico, 90. 2010. 20 p.

CASTRO, C. N. **A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Texto para Discussão n.1786, 2012. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/91269>. Acesso em: 03 jan. 2024.

CASTRO, C. N. **A agropecuária na Região Norte: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1215>. Acesso em: 03 jan. 2024.

CASTRO, C. N. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido: uma análise histórica e atual sobre diferentes opções de política**. Texto para Discussão, n. 2369. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2018.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Agricultura nordestina: análise comparativa entre os censos agropecuários de 2006 e 2017**. Texto para Discussão n. 2675. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2021.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA/
CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CEPEA/CNA). **PIB do Agronegócio**. 2023. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CNA-PIB-DO-AGRO-21DEZ2023.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2024.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF: CGEE, 2016. 21p.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N.B. A questão da água no semiárido brasileiro. *In*: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 81-91.

COELHO, S. Produtores e agentes públicos validam zoneamento climático para milho no SEALBA. **EMBRAPA**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53491526/produtores-e-agentes-publicos-validam-zoneamento-climatico-para-milho-no-SEALBA>. Acesso em: 11 jan. 2024.

COELHO, J. D. Milho: produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.182, , 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/910>. Acesso em: 11 jan. 2024.

COELHO, J. D.; XIMENES, L. F. Feijão: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n. 143, 2020. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/429/1/2020_CDS_143.pdf. Acesso em: 11 jan. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – 2018/2019**. Brasília: CONAB, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Neide/Downloads/BoletimZGraosZjaneiroZ2019-1.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Séries históricas**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafras?start=30>. Acesso em: 11 jan. 2024.

CONTI, J. B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 7-14, 2005.

COSTA FILHO, J. **Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção de lavouras de sequeiro em áreas sujeitas à desertificação (ASD) no semiárido do Estado do Ceará: casos de Irauçuba e Tauá**. 2019. 100f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DANTAS, J. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Drought impacts, social organization, and public policies in northeastern Brazil: a case study of the upper Paraíba River basin. **Environmental Monitoring and Assessment**, [S.l.], v. 192, n. 5, p. 1-21, 2020.

FÁVERO, L. P.; BELFIONE, P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009.

FLORES, C. A. *et al.* (eds.) **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 93-104.

GOMES, F. P. **Curso de estatísticas experimental**. 13.ed São Paulo: ESALQ/USP, 1985. 467p.

GUANZIROLI, C. E.; SABBATO, A. D.; VIDAL, M. F. Evolução da agricultura familiar nordestina: uma análise comparativa entre os dois censos agropecuários. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 93-106, 2014.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HAIR Jr., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HIRAKURI, M. H.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; PROCOPIO, S. D. O.; CASTRO, C. D. **Perspectiva geral para a introdução da soja nos sistemas de produção agrícola da Região do SEALBA**. 2016. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1057587>. Acesso em: 04 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Áreas dos municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dosmunicipios.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 07 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário 2006**. Agricultura Familiar. Primeiros Resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 05 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censoagropecuario/censoagropecuario-2017>. Acesso em: 05 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico do Brasil de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 03 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Rio de Janeiro, 2015. Acesso em: 07 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de tipos de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>. Acesso em: 07 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Quadro geográfico de referência para produção, análise e disseminação de estatísticas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/#/home/>. Acesso em: 05 jan. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **A influência do clima no desempenho da economia cearense**. Texto para discussão n° 56. Fortaleza, 2009. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_56.pdf. Acesso em: 04 jan. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (INSA). **O semiárido brasileiro**. Campina Grande, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>. Acesso em: 06 jan. 2024.

LEMOS, J. J. S. **Pobreza e vulnerabilidades induzidas no Nordeste e no semiárido brasileiros**. Fortaleza, Ceará. Tese para Concurso de Professor Titular. 2015.

LEMOS, J. J. S.; BEZERRA, F. N. R. Climate resilience agriculture (CRA) in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Humanities and Social Science**, Nova York, v. 28, n. 8, p. 1-10, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74489>. Acesso em: 27 set. 2023.

LEMOS, J. J. S.; BEZERRA, F. N. R. Interferência da instabilidade pluviométrica na previsão da produção de grãos no semiárido do Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 5, n. 9, p. 15632-15652, 2019.

LEMOS, J. J. S.; SANTIAGO, D. F. Instabilidade da agricultura familiar no Semiárido. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 94, 2020.

MAIA, G.; ROITMAN, F.; GONÇALVES, F.; CONTI, B. Seguros agrícolas: experiências internacionais e reflexões para o caso brasileiro. **Revista do BNDES**, Brasília, n. 34, p. 53-100, 2010.

MESQUITA, D. F. S. **Vulnerabilidades das lavouras de sequeiro no Semiárido Brasileiro**. 2016. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2016.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MONTEIRO, J. E. B. A. (org.) **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530p.

MOURA, M. S. B., ESPÍNOLA SOBRINHO, J., SILVA, T. G. F., SOUZA, W. M. 2019. Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. *In*: XIMENES, L. F.; SILVA, M.S.L.; BRITO, L. T. L. (ed.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2019. p. 1116.

MORAIS, L. K. *et al.* **Avaliação de cultivares de trigo no estado de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220196/1/BP-152-20-Lizz-v2Fim.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). EUA. **Global historical-monthly climatology network (GHCM-M)**. Disponível em: <https://www.globalclimatemonitor.org/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

NUNES, E. M. *et al.* R. Políticas agrárias e agrícolas no contexto do desenvolvimento do nordeste: evolução, desafios e perspectivas. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 43, 2014.

OLIVEIRA, J. O. A. P. *et al.* Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Belo Horizonte, v. 25, p. 443-450, 2001.

PACHECO, E. P. *et al.* **Viabilidade econômica de sistemas de produção de milho, soja e pasto para o agreste do SEALBA**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217143/1/BP151-20-Edson-Patto-v2.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2024.

PAIVA, E. C. **Simulações metodológicas para detectar formação de expectativas e tornar a produção de leite sustentável no semiárido cearense**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PEREIRA, G.R. **Correlação entre as secas e as perdas na agricultura de sequeiro no Semiárido Nordestino**. 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conadis/2018/TRABALHO_EV116_MD1_SA23_ID185_19112018114546.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

PROCÓPIO, S.O. *et al.* **SEALBA: Região de alto potencial agrícola do Nordeste; Nota Técnica**; Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, SE, Brasil, 2019, 37p.

RAMACIOTI, I. No tabuleiro do SEALBA tem... **Plant Project**, [S.l.], v.10, p. 85-90. 2018. Disponível em: <https://plantproject.com.br/2018/09/fronteira-11-no-tabuleiro-do-SEALBA-tem/>. Acesso em: 06 jan. 2024.

RIBEIRO, M; COUTO, J. L. **A produção de milho na nova fronteira agrícola: SEALBA**. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/indicadores-daagropecuaria?start=10>. Acesso em: 05 jan. 2024.

SANTIAGO, A. D.; PROCOPIO, S. O.; CARVALHO, H. W. L.; BRAZ, G. B. P. **Desempenho de cultivares de soja em áreas com histórico de produção de cana-de-açúcar no SEALBA**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1115344>. Acesso em: 07 jan. 2024.

SANTIAGO, A. D.; GUZZO, E.; SILVEIRA, H. F.; FALCAO, R. **Práticas para produção de mandioca: por agricultores familiares na região do SEALBA**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155717?mode=full>. Acesso em: 05 jan. 2024.

SANTOS, F.; CAMPOS, C. S. S. O avanço da sojicultura no nordeste brasileiro: reflexões iniciais sobre a região da SEALBA. **Diversitas Journal**, Alagoas, v. 5, n. 1, p. 203-220, 2020.

SILVA, E. H. L. **Zoneamento agroclimático e potencial de rendimento da soja na região do SEALBA**. 2023. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

- SILVA, P. A. S. **A territorialização do agronegócio do milho no médio sertão sergipano: novas configurações espaciais e produtivas**. 2022. 284 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.
- SILVA, P. C. G. *et al.* Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. *In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. (ed.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p.18-48.
- SILVA, R. M. A.; AQUINO, J. R.; COSTA, F. B.; NUNES, E. M. Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2017. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 55, 2020.
- SMITH, A. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Abril Cultural, 1776.
- SOUSA, E. C. **Regionalização climática e projeções da produção per capita de lavouras alimentares de sequeiro no Estado do Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Fortaleza, 2016.
- SOUSA, E. C.; CAMPOS, K. C.; LEMOS, J. D. J. S.; LESSA, L. C. R. Instabilidade pluviométrica na produção agrícola de sequeiro no Estado do Piauí. **Revista de Economia e Agronegócio**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 1-20, 2022.
- SOUZA, H. A.; LEITE, L. F. C.; MEDEIROS, J. C. **Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133396/solos-sustentaveis-para-a-agricultura-no-nordeste>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). **Delimitação do semiárido**. Recife: Sudene, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/Sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiaridorelatorionv.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). **Proposição nº 151/2021**. Recife: Sudene, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/Sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/10proposicao1512021nv.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- TEIXEIRA, A. D. C.; SOUZA, I. D.; LEIVAS, J.; TAKEMURA, C.; GARCON, E.; FARIAS, F. Detecção remota de anomalias nas condições de umidade do solo nos biomas do SEALBA. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 25, 2018, Recife. **Anais [...]**. Sergipe, 2023. p. 1-10. Disponível em: <https://anais.abrhydro.org.br/job.php?Job=14906>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: Uma abordagem Moderna**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 848 p.