



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

PEDRO HENRIQUE DA CONCEIÇÃO BEZERRIL

**IMPACTOS DO CLIMA NA ECONOMIA DA AGRICULTURA: ESTUDO
EXPLORATÓRIO DO CULTIVO DA MANDIOCA EM MESORREGIÕES DE
PERNAMBUCO**

Recife
2024

PEDRO HENRIQUE DA CONCEIÇÃO BEZERRIL

**IMPACTOS DO CLIMA NA ECONOMIA DA AGRICULTURA: ESTUDO
EXPLORATÓRIO DO CULTIVO DA MANDIOCA EM MESORREGIÕES DE
PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Bacharelado em Ciências
Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel.

Orientadora: Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Bezerril, Pedro Henrique da Conceição.

Impactos do clima na economia da agricultura: estudo exploratório do cultivo da mandioca em mesorregiões de Pernambuco / Pedro Henrique da Conceição Bezerril. - Recife, 2024.

30 p.

Orientador(a): Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza
(Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências,
, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. Temperatura. 2. Sistema Econômico. 3. Precipitação. 4. Variações Climáticas. 5. Agricultura. I. Souza, Thais Emanuelle Monteiro dos Santos. (Orientação). II. Título.

330 CDD (22.ed.)

PEDRO HENRIQUE DA CONCEIÇÃO BEZERRIL

**IMPACTOS DO CLIMA NA ECONOMIA DA AGRICULTURA: ESTUDO
EXPLORATÓRIO DO CULTIVO DA MANDIOCA EM MESORREGIÕES DE
PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Bacharelado em Ciências
Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel.

Aprovada em: 27/02/2024

COMISSÃO EXAMINADORA

Dra. Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza /UFPE

Dra. Leidjane Maria Maciel de Oliveira /UFPE

Dr. Lucas Yago de Carvalho Leal /UFRPE

Recife

2024

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos aqueles que me apoiaram, em especial minha mãe Iara Bezerra da Conceição e minha noiva Emanuelle Rodrigues Lima.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter dado força e ânimo para enfrentar as dificuldades tanto acadêmicas quanto pessoais.

A Universidade e aos professores, pois contribuíram muito para minha formação acadêmica e cultural.

A minha orientadora, professora Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza, que foi dedicada, pontual e que acreditou neste trabalho.

A banca examinadora, que disponibilizou seu tempo para acompanhar a apresentação.

E a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente com minha formação, muito obrigado.

“Não podemos prever o futuro, mas podemos criá-lo.” (Peter Drucker)

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), também conhecida como macaxeira e aipim, é um alimento energético fundamental para cerca de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo. Além disso, é nativa do Brasil, que é um dos maiores produtores respondendo em torno de 5,7% da produção global. Portanto, objetivou-se investigar como as características climáticas afetam o crescimento e a produtividade da mandioca, conseqüentemente sua economia, no estado de Pernambuco. A análise se concentrou nas mesorregiões: Sertão e São Francisco Pernambucano, no período de 2020 até 2022. Trata-se de pesquisa de natureza quali-quantitativa por sua abordagem fundamentada em análises, pelo fato de procurar explicar e discutir o problema proposto com base em referências teóricas publicadas por meio de documentos oficiais, livros, artigos científicos, teses de doutorado, dissertações de mestrado, entre outros. Alguns resultados obtidos, apresentam um alto coeficiente de determinação (R^2) de 0,99 entre a produção e a precipitação no São Francisco, e de 0,91 entre a produção e a temperatura do ar no Sertão, indicam que a precipitação e as variações climáticas têm uma forte influência no rendimento e no valor da produção. Essas condições afetam tanto os produtores agrícolas quanto os consumidores, evidenciando uma correlação muito forte entre essas variáveis. Ao compreender esses efeitos, busca-se contribuir para estratégias de desenvolvimento agrícola mais sustentáveis e eficazes na região.

Palavras-chave: Temperatura. Sistema Econômico. Precipitação. Variações Climáticas. Agricultura.

ABSTRACT

The cassava (Manihot esculenta Crantz), also known as macaxeira and aipim, is a fundamental energy food for about 1 billion people worldwide. Moreover, it is native to Brazil, which is one of the largest producers accounting for around 5.7% of global production. Therefore, the aim was to investigate how climatic characteristics affect the growth and productivity of cassava, consequently its economy, in the state of Pernambuco. The analysis focused on the mesoregions: Sertão and São Francisco Pernambucano, from 2020 to 2022. This is a qualitative and quantitative research due to its approach based on analyses, because it seeks to explain and discuss the proposed problem based on theoretical references published through official documents, books, scientific articles, doctoral theses, master's dissertations, among others. Some results obtained, show a high coefficient of determination (R^2) of 0.99 between production and precipitation in São Francisco, and 0.91 between production and air temperature in Sertão, indicating that precipitation and climate variations have a strong influence on yield and production value. These conditions affect both agricultural producers and consumers, showing a very strong correlation between these variables. By understanding these effects, the aim is to contribute to more sustainable and effective agricultural development strategies in the region.

Keywords: *Temperature. Economic System. Precipitation. Climate Variations. Agriculture.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Estações INMET de Pernambuco Seleccionadas	19
Figura 2–	Temperatura Média do Ar	20
Figura 3 –	Precipitação Anual	21
Figura 4 –	Rendimento Médio Anual da Mandioca	22
Figura 5 –	Valor da Produção Anual	22
Figura 6 –	Preço da Mandioca em Pernambuco	23
Figura 7 –	Valor da Produção: São Francisco Pernambucano x Precipitação	24
Figura 8 –	Rendimento: São Francisco Pernambucano x Temperatura	25
Figura 9 –	Valor da Produção: São Francisco Pernambucano x Temperatura	25
Figura 10 –	Rendimento Médio: Sertão Pernambucano x Precipitação	25
Figura 11 –	Valor da Produção: Sertão Pernambucano x Precipitação	26
Figura 12 –	Valor da Produção: Sertão Pernambucano x Temperatura	26
Figura 13 –	Rendimento: São Francisco Pernambucano x Precipitação	27
Figura 14 –	Rendimento Médio: Sertão Pernambucano x Temperatura	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Correlação x Coeficiente de determinação	18
Quadro 2 –	Municípios Próximos: Sertão Pernambucano	18
Quadro 3 –	Municípios Próximos: São Francisco Pernambucano	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 A HISTÓRIA DA MANDIOCA	12
2.2 CLASSES DE SOLO PREDOMINANTE	12
2.3 PLANTIO	13
2.4 IRRIGAÇÃO	13
2.5 MANDIOCA: SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E CULTURAL.....	14
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	16
3.1 COLETA DE DADOS:	16
3.2 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS:.....	17
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA:	17
3.4 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²):.....	17
3.5 SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	18
4 RESULTADOS	20
4.1 PLANTIO E ADAPTAÇÃO AO CLIMA.....	20
4.2 INFLUÊNCIA DA PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA.....	21
4.2.1 A variação no preço da mandioca durante as variações climáticas.....	23
4.3 RELAÇÃO ENTRE O CLIMA, ECONOMIA E A PRODUÇÃO DA MANDIOCA ..	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O tempo meteorológico descreve o estado momentâneo da atmosfera, incluindo fenômenos como chuvas intensas, ventos fortes e variações bruscas de temperatura. Por sua vez, o clima se refere ao padrão médio desses elementos atmosféricos ao longo de períodos prolongados. Essa diferenciação, conforme destacado por Ayoade (2002), é fundamental para entender como eventos climáticos específicos afetam as condições de cultivo da mandioca e outras culturas agrícolas.

As mudanças climáticas têm gerado impactos significativos em escala global, incluindo alterações nos recursos hídricos e na agricultura ao longo dos anos. Esses impactos tem intensificado a problemática da escassez hídrica, especialmente em áreas áridas e semiáridas (Pereira *et al.* 2017), como o semiárido do Nordeste do Brasil.

Segundo Melo (2014), é crucial compreender como esses eventos climáticos afetarão as atividades produtivas para preparar-se adequadamente para o futuro. É necessário planejar para lidar com cada realidade formada pelas mudanças climáticas. A economia desempenha um papel significativo nesses eventos, tendo o objetivo de minimizar as calamidades causadas por tais mudanças e preparar a sociedade para lidar com elas da melhor maneira possível.

A mandioca é uma planta que prospera em climas quentes e úmidos, De acordo com Souza e Fialho (2003), a faixa ideal de temperatura fica entre 20°C e 27°C. Ela adapta-se bem ao calor e tolera temperaturas entre 16°C e 38°C. No entanto, é sensível ao frio e pode ter dificuldades com temperaturas abaixo de 15°C reduzindo e até paralisando o seu desenvolvimento.

Percebe-se então que a mandioca é tolerante à seca após os primeiros meses e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo, entretanto, é geralmente cultivada no estilo sequeiro, uma técnica empregada para o cultivo de terras com baixa precipitação. Partindo do pressuposto, neste estudo, de que o clima tem um papel crucial na produção de mandioca, principalmente devido ao fato de que ela é geralmente plantada em sequeiro, e conseqüentemente afeta a economia de maneira negativa.

Desta maneira, objetiva-se com este artigo compreender a conexão entre a economia, as mudanças climáticas e a produção de mandioca entre duas mesorregiões de Pernambuco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Agora será apresentado o desenvolvimento da pesquisa, abordando a história da mandioca, seu plantio e a principal classe de solo para o cultivo, sua importância econômica e cultural e a sua relação de cultivo com a vegetação nativa.

2.1 A HISTÓRIA DA MANDIOCA

A mandioca é uma cultura que possui uma longa e rica história na América do Sul, especialmente no Brasil, sendo cultivadas em diversas regiões tropicais onde as características climáticas permitem o florescimento da cultura. Remontando aos tempos passados, sua importância para a compreensão dos efeitos atuais na economia e alimentação brasileira é inegável. Segundo Silva (2021), desde os tempos dos indígenas a mandioca já era cultivada e processada, tornando-se um elemento vital na dieta e economia brasileiras ao longo dos séculos.

O reconhecimento da importância da mandioca persistiu ao longo dos anos, sendo isenta de impostos em 1756 devido à sua essencialidade no abastecimento de navios e tripulações. Segundo Farias *et al.* (2019), durante a invasão Holandesa entre 1637 e 1644, os holandeses reconheceram o valor da mandioca, a chamando de "O Pão brasileiro". Maurício de Nassau, em 1640, decretou a necessidade de plantio de mandioca para alimentar escravos e a população urbana. Apesar de sua importância histórica e contemporânea, a mandioca ainda enfrenta desafios no Brasil, permanecendo, em sua maioria, cultivada por pequenos produtores.

De acordo com Silva, (2021), embora tenham sido feitos investimentos em pesquisa para aumentar sua produção e eficiência, a cultura continua a ser afetada por questões fitossanitárias e fitotécnicas, havendo potencial para avanços significativos na indústria da mandioca, tanto em termos tecnológicos quanto de mercado. A diversificação dos produtos derivados da mandioca e a exploração de mercados internos e externos podem impulsionar a produção e elevar o status da cultura para além de uma mera subsistência.

2.2 CLASSES DE SOLO PREDOMINANTE

As principais classes de solo na região Semiárida do Nordeste do Brasil, de acordo com Silva *et al.* (2005), incluem Latossolos, Argissolos, Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, Planossolos e Vertissolos. É importante ressaltar que embora essas sejam as classes

mais comum da região, os solos com as texturas ideais para o cultivo da mandioca estão entre franco-arenosa e argilo-arenosa (Embrapa, 2003).

O clima e a temperatura são essenciais para manejar a irrigação na mandioca por conta do cultivo em sequeiro, variando com a região, época de plantio, sistemas e espaçamentos de irrigação. A mandioca pode ser plantada, seja em consórcio ou solteiro, isso também influencia o manejo da água e do solo. Segundo Coelho Filho (2020), o desenvolvimento da planta nas principais fases do ciclo dependente da temperatura do ambiente e da disponibilidade de água no solo. Por conta disso, é importante considerar as condições climáticas locais ao planejar e executar a irrigação na cultura da mandioca.

2.3 PLANTIO

Na cultura da mandioca, o sistema de sequeiro é comum, onde muitos produtores dependem da chuva para o crescimento das plantas. Isso significa que o calendário agrícola, incluindo o plantio e a colheita, é fortemente influenciado pelo padrão de chuvas. Nos primeiros 5 meses, a mandioca necessita da irrigação. Após esse período, ela desenvolve uma resistência à falta de água. Mesmo em condições de pouca chuva, entre 500 a 700mm, a mandioca pode crescer satisfatoriamente (Souza; Fialho, 2003).

Devido à sua eficácia no uso da água e dos nutrientes do solo, e a sua resistência a pragas e a seca após o quinto mês de cultivo, a mandioca pode ter um bom rendimento mesmo em solos pouco férteis e em regiões com chuvas imprevisíveis, requerendo poucos ou nenhum insumo adicional (Fao, 2013). No entanto, o uso da irrigação tem despertado grande interesse dos produtores, principalmente para aqueles que destinam a sua produção ao consumo in natura. Segundo Coelho Filho (2020), essa prática visa aumentar a produtividade e garantir a qualidade do produto final, reforçando a importância da irrigação como uma alternativa viável para enfrentar os desafios do cultivo de mandioca.

Segundo Fialho *et al.* (2017), o principal desafio enfrentado pelo sistema de produção de mandioca de mesa é conciliar produtividade, precocidade, qualidade das raízes e redução do emprego de mão-de-obra na lavoura.

2.4 IRRIGAÇÃO

O tipo de irrigação mais utilizado para o cultivo da mandioca é por aspersão, mesmo que exija uma maior demanda hídrica. Este método é preferido devido ao seu baixo custo,

flexibilidade e capacidade de atender ao plantio consorciado, além de umedecer toda a superfície do solo, simulando um evento de chuva. Além disso, o uso de microaspersores com maior vazão e raio molhado é recomendado para diminuir o número de emissores por área, adaptando-se melhor ao plantio de fileiras duplas. Segundo Antonini *et al.* (2021), a implementação de uma boa gestão da irrigação assegurará uma produtividade alinhada com o potencial de produção, obtendo uma melhor qualidade das raízes e proporcionando maior facilidade no manejo da colheita.

2.5 MANDIOCA: SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E CULTURAL

A cultura da mandioca no Brasil é uma história de resiliência e adaptação, evoluindo em paralelo com o povo brasileiro. Ela se enraíza tanto em grandes plantações industriais quanto em pequenas áreas familiares. A mandioca é uma cultura que oferece segurança alimentar, com baixo risco de perda na colheita, e sua resistência à acidez do solo, característica comum no semiárido, a torna ainda mais valiosa (Sampaio *et al.* 2017).

Segundo Cuenca e Mandarino (2006), a mandioca já é naturalmente resistente ao estresse hídrico. No entanto, a criação de variedades ainda mais resilientes aos períodos de seca, que se tornam cada vez mais intensos e frequentes, desempenha um papel crucial na sustentabilidade e economia dos pequenos agricultores em regiões semiáridas ou sujeitas a secas sazonais. Além disso, cultivares resistentes a pragas e doenças, juntamente com técnicas de controle biológico, contribuem para reduzir o uso de agrotóxicos. Isso não apenas torna o trabalho dos agricultores mais seguro, mas também possibilita a produção de alimentos a custos mais baixos.

Todas as partes da planta de mandioca são aproveitadas de maneira integral. As raízes são transformadas em alimentos para consumo humano, enquanto as ramas e folhas servem como forragem de alto teor de proteína para animais. Segundo dados da Seapa (Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019) a mandioca desempenha um papel essencial na indústria, sendo utilizada na produção de farinha, fécula (polvilho ou amido), pães, biscoitos, bolos, álcool, glicose e até mesmo cerveja. Suas variedades doces, conhecidas como aipim ou macaxeira, são apreciadas na culinária, enquanto as variedades amargas, chamadas de mandiocas bravas, encontram aplicação na indústria. A mandioca é verdadeiramente uma planta versátil e fundamental para a vida rural e econômica do Brasil.

A mandioca é importante em Pernambuco tanto do ponto de vista alimentar quanto como alternativa econômica em pequenas propriedades familiares. De acordo com Cuenca e Mandarino (2006), Cerca de 90% da área colhida com mandioca em Pernambuco está

localizada em propriedades de até 50 hectares, gerando renda e emprego em todas as regiões do estado. Segundo um estudo na comunidade do Castainho em Garanhuns (PE), a produção de mandioca e seus produtos derivados desempenha um papel crucial na economia local. A farinha e a massa de mandioca, fabricadas em propriedades familiares dentro da comunidade, são vendidas principalmente nas feiras locais. Embora o cultivo da mandioca não seja suficiente para sustentar a comunidade sozinho, ele contribui de forma significativa para a renda dos pequenos produtores. Além disso, a preservação da vegetação nativa é essencial para garantir os recursos naturais necessários ao cultivo da mandioca e manter o equilíbrio ecológico na região (Silva *et al.*, 2010).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Em seguida, serão apresentados os caminhos adotados para se chegar ao resultado, buscando informar a metodologia utilizada.

A Metodologia de Pesquisa utilizada neste trabalho, inicialmente, foi qualitativa e exploratória, por meio de livros, documentos oficiais, teses de doutorado, dissertações de mestrado, artigos científicos, entre outros. Depois efetuou-se uma pesquisa em duas mesorregiões de Pernambuco, observando o processo de adaptação do cultivo da mandioca em diferentes climas e como isso afetou economicamente.

Em relação à abordagem do problema de pesquisa trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, pois são combinados ambos os métodos (qualitativo e quantitativo), buscando aprofundar a compreensão e a corroboração dos resultados obtidos na pesquisa. Segundo Gil (1999, p. 35), os procedimentos estatísticos fortalecem significativamente as conclusões obtidas, graças às quais são amplamente aceitos pelos pesquisadores.

Quanto aos objetivos foi realizada uma pesquisa exploratória. É considerado uma pesquisa exploratória pois houve levantamento bibliográfico, coleta documental e pesquisa secundária. Segundo Selltiz *et al.* (1965), todos aqueles que buscam descobrir ideias e intuições se enquadram na categoria de pesquisa exploratória, buscando compreender melhor o fenômeno em estudo.

O propósito deste estudo consiste em estabelecer uma associação entre as alterações climáticas e o cenário econômico em Pernambuco. Para tal, empregou-se uma análise de regressão linear, abrangendo duas mesorregiões específicas do estado.

3.1 COLETA DE DADOS:

Os dados de produção agrícola e valor da produção foram obtidos pelo IBGE por meio do PAM (Produção Agrícola Municipal), enquanto os dados climáticos de temperatura e precipitação foram adquiridos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) através do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos do INMET).

Também foram utilizados dados de preço da mandioca no estado, fornecidos pelas Centrais de Abastecimento do Pernambuco (CEASA/PE). Foram selecionadas seis estações

automáticas e seus dados foram coletados entre 2020 e 2022, devido à disponibilidade limitada por mesorregião apenas durante este período.

Para compensar a falta de dados, houve o preenchimento de lacunas próximas ao período de julho de 2022 utilizando quatro estações convencionais dos mesmos municípios, ampliando a precisão das análises climáticas realizadas.

3.2 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS:

Foram selecionadas as variáveis principais para análise: “Rendimento”, “Valor da produção”, “Temperatura” e “Precipitação”. O rendimento médio e valor de produção foram considerados como a variável dependente, enquanto a temperatura e a precipitação foram tratadas como variáveis independentes.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA:

Foi realizada uma análise de regressão linear para cada mesorregião, utilizando os dados de temperatura e precipitação. Essa abordagem visa quantificar e modelar a influência das condições climáticas nas atividades econômicas, proporcionando percepções relevantes para o desenvolvimento sustentável da região.

3.4 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2):

O coeficiente de determinação (R^2) foi calculado para cada regressão linear, a fim de avaliar a proporção da variabilidade do rendimento agrícola e valor da produção explicada pelas variáveis climáticas (temperatura e precipitação).

A análise de regressão linear proporciona uma percepção sobre como mudanças as condições climáticas podem influenciar positiva ou negativamente os indicadores econômicos, permitindo que formuladores de políticas e tomadores de decisão adotem medidas adequadas para mitigar impactos adversos ou aproveitar oportunidades.

Durante a análise dos resultados, foi utilizado o quadro 1 para as referências de valores de R^2 , possibilitando a interpretação dos resultados de forma clara. Vale destacar que quanto mais próximo de 1 o valor do coeficiente de determinação (R^2), melhor a qualidade da correlação entre as variáveis analisadas.

Quadro 1 - Correlação x Coeficiente de determinação

Correlação	Coeficiente de determinação
Bem fraca	$0 \leq R^2 < 0,19$
Fraca	$0,20 \leq R^2 < 0,39$
Moderada	$0,40 \leq R^2 < 0,69$
Forte	$0,70 \leq R^2 < 0,89$
Muito Forte	$0,90 \leq R^2 < 1$

Fonte: Adaptado de Shimakura (2006).

3.5 SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMÁTICAS

Pernambuco é dividido em cinco mesorregiões, sendo que apenas duas delas foram consideradas: São Francisco Pernambucano e Sertão Pernambucano.

Para cada mesorregião, foram selecionadas três estações climáticas (Quadro 2 e Quadro 3), com base em informações do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com o objetivo de indicar os municípios próximos às estações. Estas foram escolhidas levando em consideração sua localização dentro da mesorregião selecionada, a disponibilidade de dados históricos e a representatividade das condições climáticas da região. É importante ressaltar que as duas mesorregiões têm um clima predominante semiárido, segundo o IBGE (2022).

Quadro 2 – Municípios Próximos: Sertão Pernambucano

Mesorregião	Estação	Código	Municípios próximos
Sertão Pernambucano	Arcoverde	A309/ 82890	Arcoverde, Buíque, Sertânia, Alagoinha, Pedra, Custódia, Tupanatinga, Pesqueira, Sanharó, Venturosa, Ibimirim e Jatobá.
	Ouricuri	A366/ 82753	Ouricuri, Bodocó, Exu, Araripina, Trindade, Granito, Ipubi, Moreilândia, Santa Cruz, Santa Filomena e Santa Rita.
	Ibimirim	A349	Ibimirim, Inajá, Floresta, Arcoverde, Custódia, Sertânia, Pedra, Betânia, Manari, Buíque e Tupanatinga.

Fonte: Adaptado de Melo (2014).

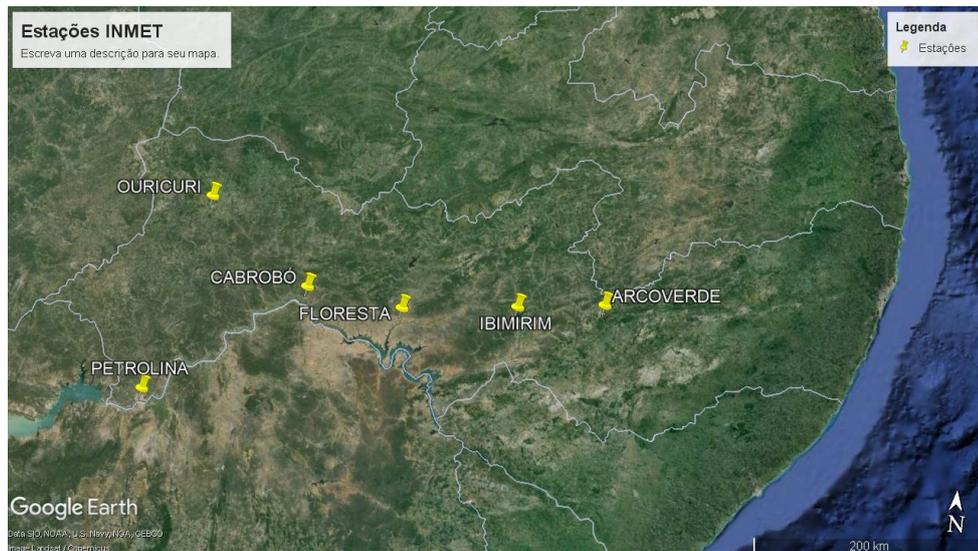
Quadro 3– Municípios Próximos: São Francisco Pernambucano

Mesorregião	Estação	Código	Municípios próximos
São Francisco Pernambucano	Cabrobó	A329/ 82886	Cabrobó, Santa Maria da Boa Vista, Orocó, Belém de São Francisco, Floresta, Petrolândia, Lagoa Grande, Afrânio, Santa Cruz, Ibimirim e Carnaubeira da Penha.
	Petrolina	A307/ 82983	Petrolina, Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista, Orocó, Afrânio, Cabrobó, Belém de São Francisco, Dormentes, Santa Filomena, Terra Nova e Santa Cruz.
	Floresta	A351	Floresta, Belém de São Francisco, Ibimirim, Tacaratu, Petrolândia, Itacuruba, Carnaubeira da Penha, Santa Maria da Boa Vista, Cabrobó, Orocó e Salgueiro.

Fonte: Adaptado de Melo (2014).

A Figura 1 apresenta a localização das seis estações climáticas utilizadas, com base nas coordenadas geográficas fornecidas pelo INMET.

Figura 1 – Estações INMET de Pernambuco Seleccionadas



Fonte: Google Earth, elaborado pelo autor 2024.

Os resultados obtidos em cada mesorregião foram comparados, considerando as análises de regressão e os valores de R^2 . A expectativa é de confirmar a hipótese de que a temperatura e a precipitação têm uma correlação no rendimento agrícola e na economia.

4 RESULTADOS

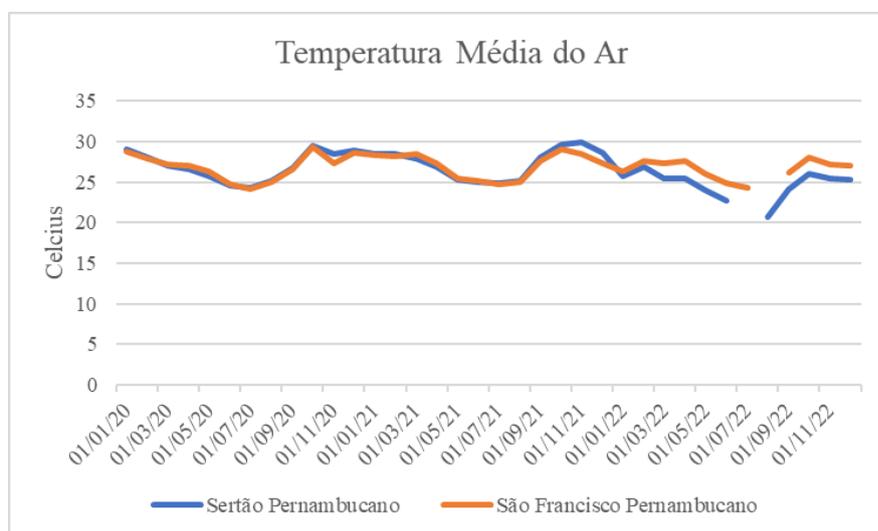
Os resultados foram avaliados em termos de significância estatística, consistência e interpretabilidade, buscando identificar padrões e tendências que pudessem ser relevantes para entender os impactos do clima na economia da agricultura da mandioca em Pernambuco nas duas mesorregiões selecionadas.

4.1 PLANTIO E ADAPTAÇÃO AO CLIMA

Ao longo dos três anos analisados, foi possível notar que a variação na temperatura do ar manteve uma constância, permanecendo entre 25°C e 30°C a maior parte do tempo, fornecendo uma média de 26,5°C para Sertão Pernambucano e 26,9°C para São Francisco Pernambucano.

Observa-se na Figura 2 que as temperaturas no mês de julho estavam consistentemente baixas em todos os anos analisados, sendo ainda mais baixas em 2022. Além disso, observou-se uma tendência de aumento nas temperaturas sempre em setembro, que se mantiveram consistentemente altas ao longo dos anos analisados.

Figura 2 – Temperatura Média do Ar

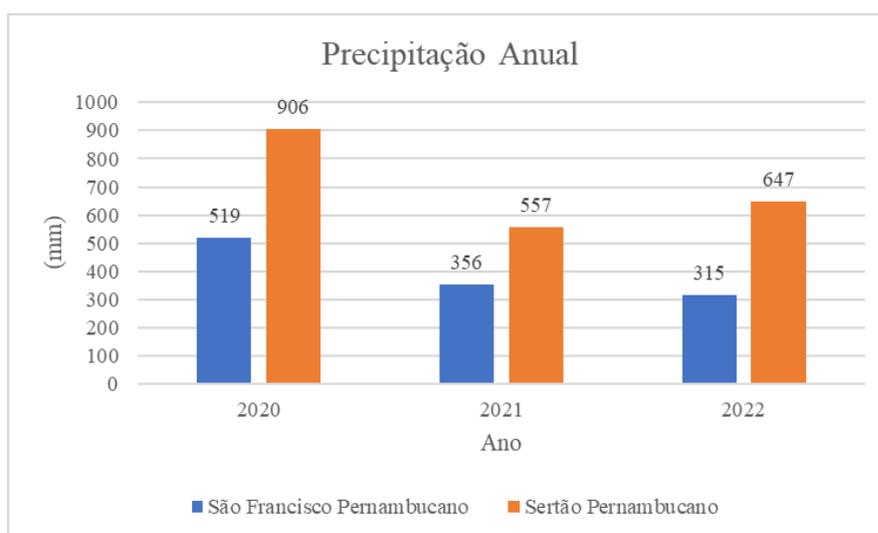


Fonte: INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

A partir da Figura 3 é possível observar a redução da precipitação em ambas mesorregiões, contudo, São Francisco Pernambucano observou-se um declínio significativo, diminuindo progressivamente. O ano em que a mesorregião obteve a maior quantidade de precipitação foi em 2020, atingindo uma quantidade de 518mm.

No ano de 2020, o Sertão Pernambucano experimentou a maior quantidade de precipitação ao longo dos três anos considerados, atingindo uma média de 906mm. Em seguida, entrou em um declínio acentuado antes de voltar a se recuperar em 2022, não atingindo os maiores níveis anteriores. Essa quantidade de 906mm representa um fenômeno notável para uma região caracterizada por um clima semiárido. De acordo com a resolução n° 107/2017 (Brasil, 2017), a precipitação média anual nas regiões semiáridas é inferior ou igual a 800mm.

Figura 3 – Precipitação Anual

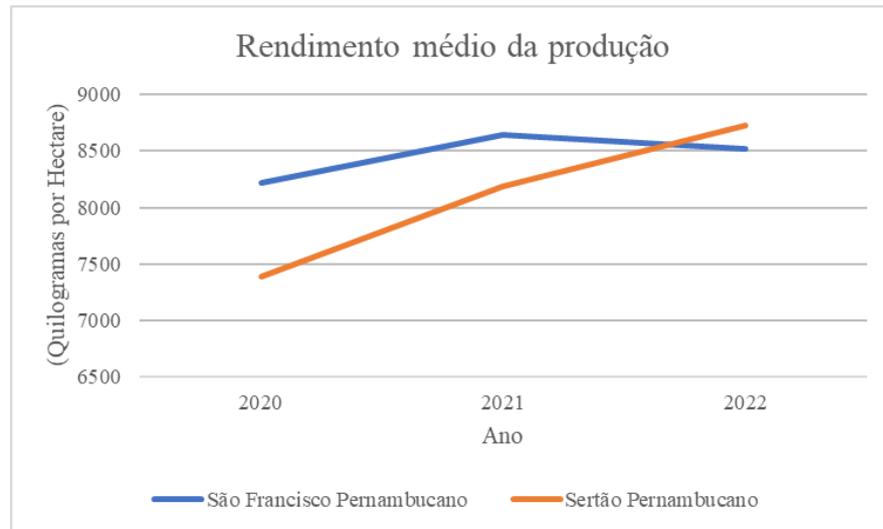


Fonte: INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

4.2 INFLUÊNCIA DA PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA

A mandioca, com sua versatilidade e capacidade de adaptação, continua a desempenhar um papel crucial na economia e na segurança alimentar do Brasil e de outras regiões. As duas mesorregiões analisadas produzem mais de um terço da quantidade total de mandioca para o estado de Pernambuco, aproximadamente 40% segundo dados do IBGE de 2022. A produtividade tem um papel crucial na economia, influenciando diretamente o crescimento e o desenvolvimento de uma região.

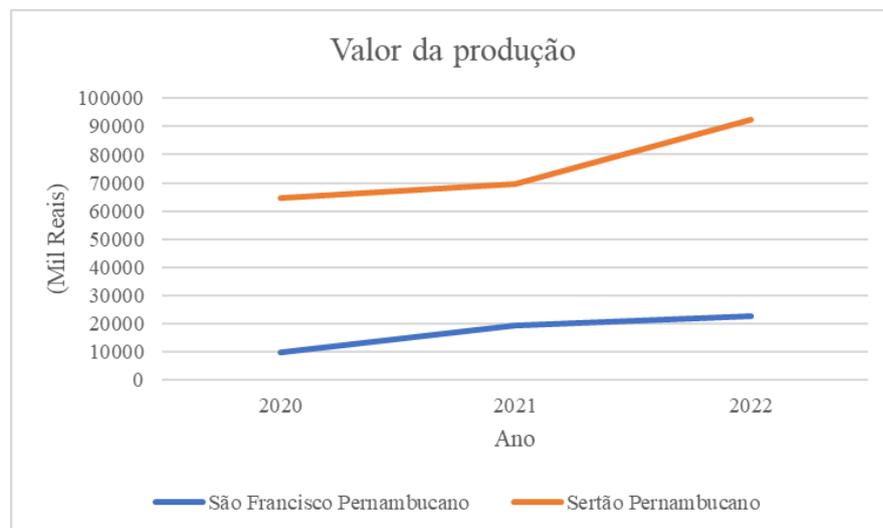
Conforme análise da Figura 4, é possível notar que o rendimento médio da produção aumentou em 17,36% no Sertão de 2020 para 2022 devido ao investimento em tecnologias, irrigação e produtos para melhorar o rendimento mesmo durante a seca, enquanto em São Francisco Pernambucano houve um aumento de 5,21% entre 2020 e 2021, seguido por uma redução de 1,46% em 2022.

Figura 4 – Rendimento Médio Anual da Mandioca

Fonte: IBGE, Figura elaborado pelo autor (2024)

Como mostra a Figura 5, valor da produção teve um aumento expressivo tanto no Sertão Pernambucano quanto em São Francisco Pernambucano ao longo dos anos analisados. No Sertão Pernambucano, houve um aumento de aproximadamente 8,06% entre 2020 e 2021, seguido por um crescimento ainda mais significativo de cerca de 32,42% entre 2021 e 2022.

Já no São Francisco Pernambucano, o aumento foi ainda mais expressivo, com um crescimento de aproximadamente 94,76% entre 2020 e 2021, seguido por um aumento de cerca de 16,70% entre 2021 e 2022. Esses resultados indicam uma tendência positiva no valor da produção agrícola em ambas as regiões, o que pode refletir investimentos, melhorias nas práticas agrícolas ou condições climáticas favoráveis.

Figura 5 – Valor da Produção Anual

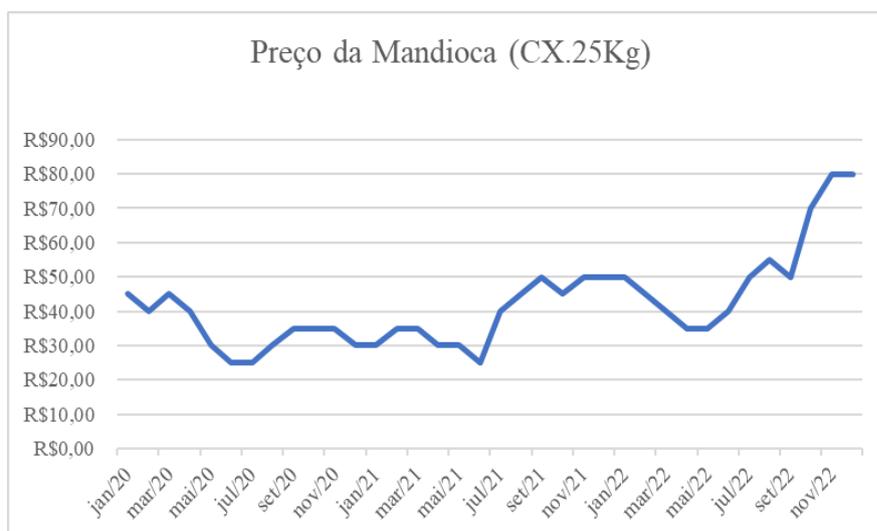
Fonte: IBGE, Figura elaborado pelo autor (2024)

Em 2022, de acordo com os dados do IBGE, o valor investido na produção de mandioca superou o do feijão, em contraste com 2021, quando a mandioca ocupava a segunda posição no ranking de valor da produção. Isso reflete o interesse crescente dos agricultores nessa cultura, que também se destacou como a mais rentável em Pernambuco no mesmo ano, ultrapassando a laranja.

4.2.1 A variação no preço da mandioca durante as variações climáticas

Na Figura 6, observa-se que entre os anos de 2020 e 2022, o preço da mandioca em Pernambuco aumentou de 45 para 85 reais que é um total de 88,89%, enquanto o custo do valor da produção registrou um aumento de 58,36% ao longo desses 3 anos. Esse aumento no custo pode ser justificado pela procura da fécula da mandioca, que se manteve estável durante o período de análise enquanto a produção diminuiu cerca de 5% em 2022, registrando uma disputa entre agentes de diferentes setores, fazendo com que sua matéria-prima fosse extremamente valorizada (Cepea, 2022).

Figura 6 – Preço da Mandioca em Pernambuco



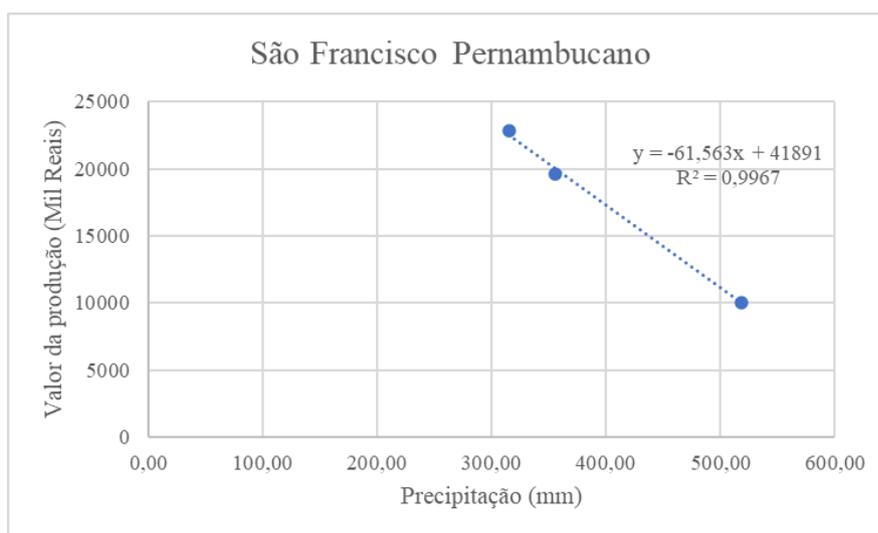
Fonte: Ceasa-PE, Figura elaborado pelo autor (2024)

Com o aumento de custo da produção e a queda na precipitação em São Francisco Pernambucano, o investimento inicial pode ter sido em recursos hídricos, já que a mandioca depende muito disso nos primeiros meses, sendo também um fator de aumento no custo de produção, que conseqüentemente é repassado para o consumidor final. Por outro lado, no Sertão Pernambucano, a maior correlação na regressão foi entre temperatura e valor de produção.

4.3 RELAÇÃO ENTRE O CLIMA, ECONOMIA E A PRODUÇÃO DA MANDIOCA

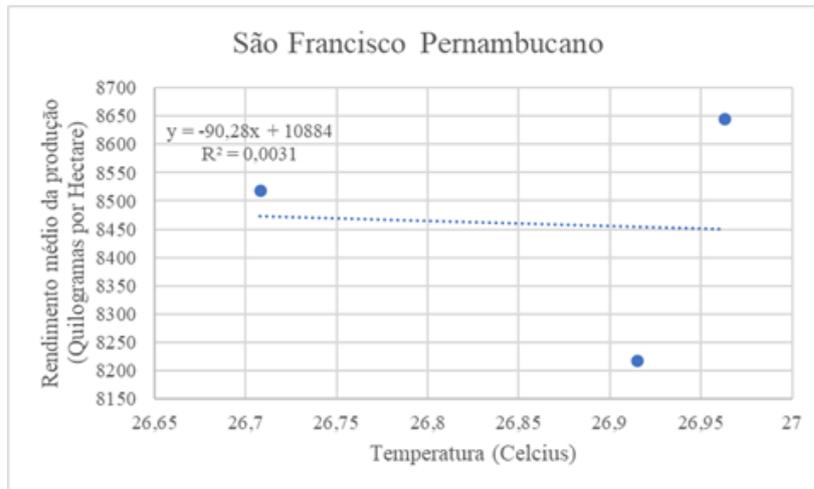
Como se pode observar na Figura 7 utilizando a análise de regressão, a precipitação tem uma correlação muito forte, na mesorregião do São Francisco Pernambucano, tanto no rendimento quanto no valor da produção.

Figura 7 – Valor da Produção: São Francisco Pernambucano x Precipitação

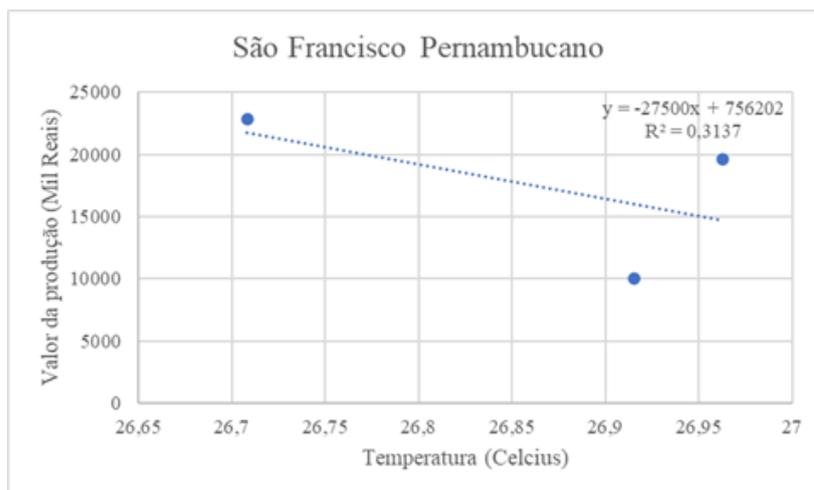


Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

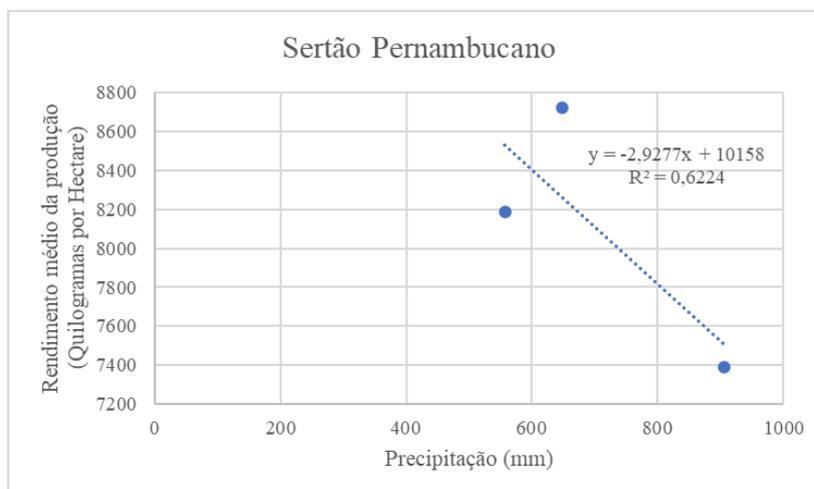
Os resultados revelam uma relação muito forte entre a precipitação e o valor de produção no São Francisco Pernambucano, evidenciada pelo coeficiente de determinação (R^2) de 0,99 conforme mostrado na Figura 7. Isso confirma o impacto direto da precipitação na economia da mesorregião. Quanto à temperatura, observou-se uma correlação bem fraca e fraca (Quadro 1), com o valor e o rendimento, como ilustrado nas Figuras 8 e 9, porém na figura 8 como houve uma variação média menor que $0,30^{\circ}\text{C}$ ao longo de três anos, isso não teve influência significativa no coeficiente de determinação (R^2) sendo de 0,003. No entanto, destaca-se uma correlação significativa entre a precipitação e o rendimento, conforme demonstrado na Figura 10, com um R^2 de 0,62, indicando uma relação moderada.

Figura 8 – Rendimento: São Francisco Pernambucano x Temperatura

Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

Figura 9 – Valor da Produção: São Francisco Pernambucano x Temperatura

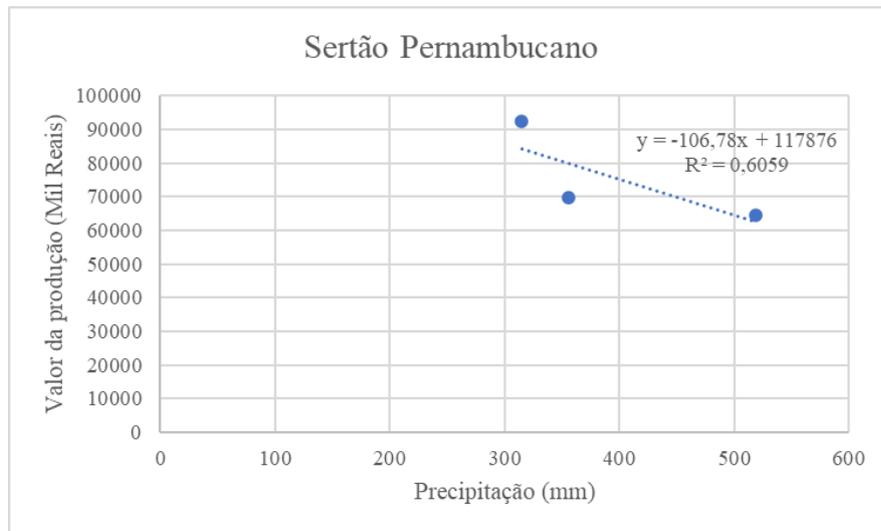
Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

Figura 10 – Rendimento Médio: Sertão Pernambucano x Precipitação

Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

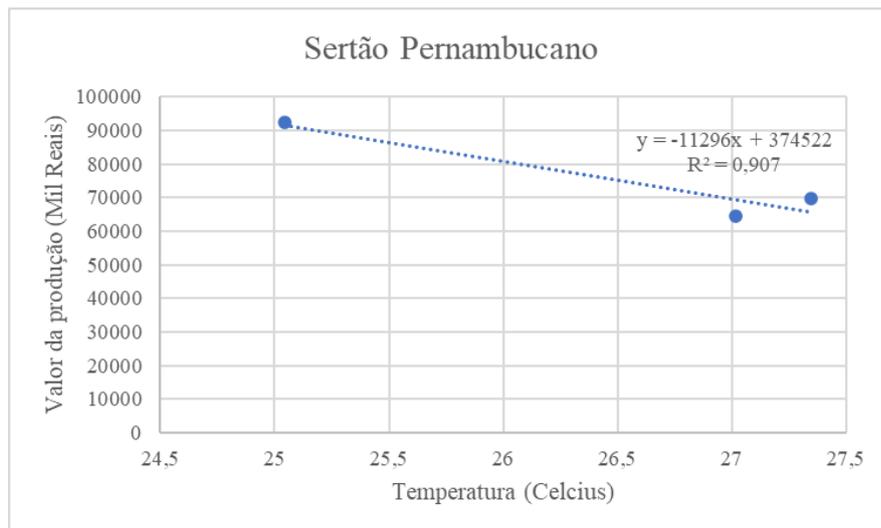
No Sertão Pernambucano, a temperatura também mostrou ter uma correlação muito forte com o valor de produção (Figura 12) em comparação com a precipitação (Figura 11) que é apenas moderada, embora esta última também tenha relevância significativa, sugerindo que ambos os fatores exercem impacto na economia de Pernambuco. Essas descobertas destacam a importância de considerar os padrões climáticos locais na gestão e planejamento da produção agrícola, e enfatizam a necessidade de medidas adaptativas e estratégias de mitigação para enfrentar os desafios impostos pelas variações climáticas.

Figura 11 – Valor da produção: Sertão Pernambucano x Precipitação



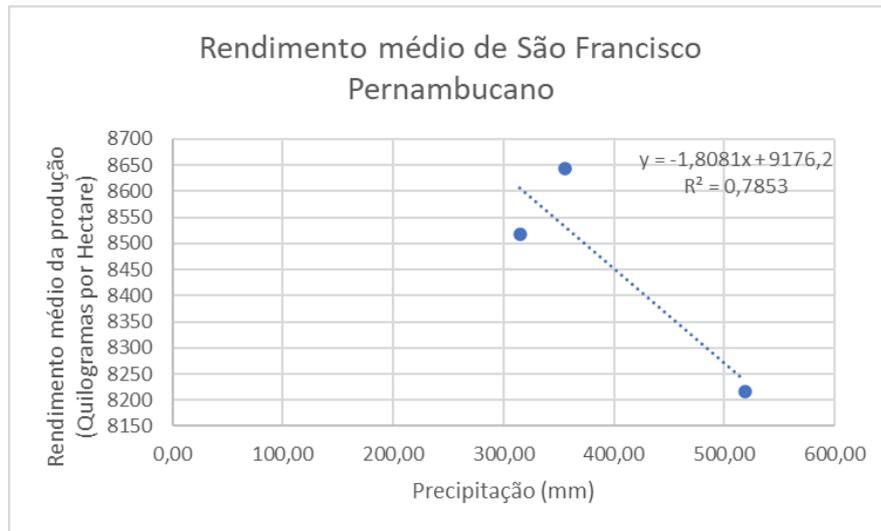
Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

Figura 12 – Valor da Produção: Sertão Pernambucano x Temperatura



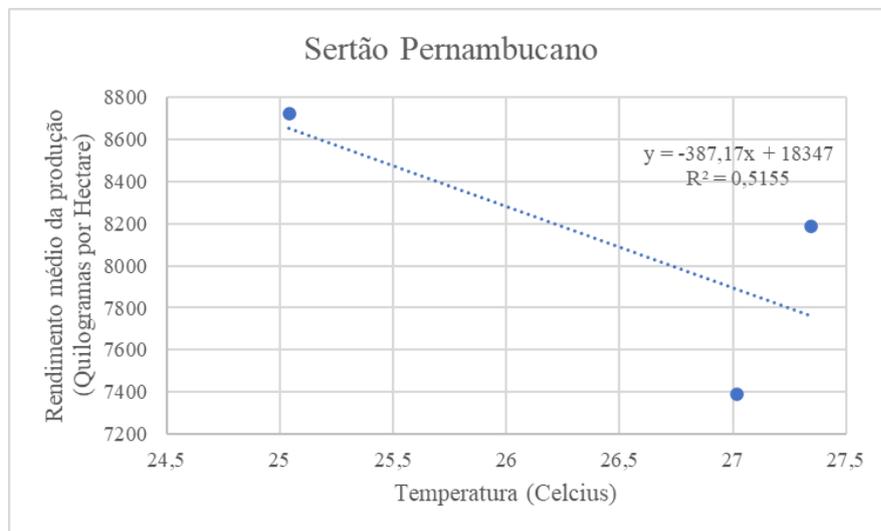
Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

Na Figura 13, observa-se uma boa correlação entre rendimento e precipitação, com o coeficiente de determinação (R^2) de 0,78, indicando uma relação forte da variação no rendimento médio de produção que pode ser explicada pela quantidade de precipitação.

Figura 13 – Rendimento: São Francisco Pernambucano x Precipitação

Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

Com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,51 entre o rendimento médio do Sertão Pernambucano e a temperatura (Figura 14), pode-se entender que há uma correlação moderada entre esses dois, onde quando a temperatura muda, há uma tendência razoável de impacto no rendimento médio na região do Sertão Pernambucano.

Figura 14 – Rendimento Médio: Sertão Pernambucano x Temperatura

Fonte: IBGE e INMET, Figura elaborado pelo autor (2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs refletir e analisar sobre a relação no cultivo da mandioca durante as variações climáticas e analisar como afeta a economia, com foco no estado de Pernambuco. As primeiras respostas neste estudo procuraram determinar como a economia da mandioca se comporta durante as variações climáticas no seu cultivo durante o ano.

A hipótese inicial foi afirmada, uma vez observado que o clima tem um papel de extrema importância na produção da mandioca.

Observou-se também que a mandioca é notável por sua capacidade de resistir à escassez de água nos primeiros meses e por seu crescimento satisfatório mesmo em condições de pouca chuva. No entanto, mudanças climáticas, como chuvas excessivas ou temperaturas extremamente baixas, podem prejudicar seu desenvolvimento. Essa situação pode levar a uma redução na produtividade da mandioca, o que, por sua vez, pode ter impactos negativos na economia local.

Considera-se que à medida que se enfrenta desafios climáticos e econômicos, é crucial investir em pesquisas e tecnologias que melhorem a produtividade da mandioca e garantam sua sustentabilidade.

Os resultados enfatizam que na mesorregião de São Francisco Pernambucano, a precipitação tem um grande impacto no valor da produção, enquanto a temperatura teve uma influência baixa. Já no Sertão Pernambucano, a temperatura teve um papel mais importante. Essas descobertas destacam a importância de políticas e estratégias adaptativas para lidar com os desafios climáticos e impulsionar o desenvolvimento agrícola em Pernambuco.

É importante ressaltar que, ao interpretar os resultados, devem-se considerar outros fatores contextuais, como tecnologia agrícola, infraestrutura e políticas governamentais, que também desempenham um papel significativo na relação entre clima e economia. Portanto, essa análise deve ser vista como parte de um quadro mais amplo de compreensão dos sistemas socioeconômicos e ambientais.

Sugere-se ainda que outros trabalhos sejam realizados a partir deste, coletando informações com os próprios produtores da mandioca, visando possíveis estratégias durante as variações climáticas para a melhoria do seu cultivo e a continuação desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 500 perguntas 500 respostas: a mandioca.** EMBRAPA. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/120506/1/500perguntasmandioca.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2024.
- ALVES, Lucilio; FELIPE, Fábio Isaias. **Menores oferta de raiz e rendimento de amido comprometem produção de fécula em 2022.** Cepea, 8 maio 2023. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/releases/mandioca-cepea-menores-oferta-de-raiz-e-rendimento-de-amido-comprometem-producao-de-fecula-em-2022.aspx>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- ANTONINI, Jorge Cesar dos Anjos *et al.* **Recomendação Técnica do Manejo de Irrigação da Mandioca de Mesa no Distrito Federal.** Embrapa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225214/1/Recomendacao-tecnica-do-manejo-de-irrigacao-Circular-tecnica-51.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017.** Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1072017-pdf>. Acesso em: 2 mar. 2024.
- COELHO FILHO, M. A. (2020). **Irrigação da cultura da mandioca.** Comunicado Técnico, 172, Cruz das Almas, BA: Embrapa. ISSN 1809-502X.
- CUENCA, M. A. G.; MANDARINO, D. C. Aspectos Agroeconômicos da Cultura da Mandioca: **Características e Evolução da Cultura no Estado de Pernambuco entre 1990 e 2004.** Embrapa, 2006. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2006/doc-99.pdf. Acesso em: 06 fev. 2024.
- EMBRAPA. **Mandioca.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mandioca>. Acesso em: 08 fev. 2024.
- FAO. **Save and grow: cassava: a guide to sustainable production intensification.** Roma, 2013. 140 p.
- FARIAS, Valmir de Sousa *et al.* **Mandioca: valor histórico, cultural e gastronômico.** 1. ed. Rio de Janeiro: Eritaya, 2019.
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; CARVALHO, J. E. B. Tratos culturais. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. **Cultivo da mandioca para Região do Cerrado.** Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2017. p. 34-36.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999
- MELO, Rafaelly Soares de. Clima e produtividade da agricultura permanente: **estudo exploratório para o estado de Pernambuco entre os anos de 2002 e 2012.** 61 p. mestrado em economia - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/20264>. Acesso em: 29 jan. 2024.

PEREIRA, M. L. T. *et al.* (2017). **Climate variability in Agreste of Pernambuco and disasters arising out of climate extremes.** Página 395.

SAMPAIO, Daniel Portioli. **Identificação das oportunidades à mecanização da colheita de mandioca.** 2017. Dissertação (Mestrado em Manufatura) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. doi:10.11606/D.18.2018.tde-15032018-073438.

SEAPA. **Cultivo de Mandioca.** Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br/files/Cartilhas/CARTILHACULTIVODEMANDIOCA.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2024.

SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa das relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965

SHIMAKURA, Silvia. **Interpretação do coeficiente de correlação.** 2006. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>. Acesso em: 18 fev. 2024.

SILVA, A. D. A. (2021). **Mandioca.** Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/atividades-economicas/cultivos/raizes-e-tuberculos/mandioca>. Acesso em: 28 jan. 2024.

SILVA, Antonio Carlos Belo da *et al.* **A importância da produção da mandioca na comunidade do Castainho- Garanhuns-PE.** Garanhuns: Universidade de Pernambuco-UPE, 2010.

SILVA, Flávio Hugo Barreto Batista da; *et al.* **Principais solos do semi-árido do Nordeste do Brasil: Dia de Campo.** Embrapa, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/34392/1/OPB1114.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado.** Embrapa Mandioca e Fruticultura, Sistemas de Produção, 8, ISSN 1678-8796 Versão eletrônica, Jan/2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/index.htm. Acesso em: 31 jan. 2024.