UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Mestrado em Gestão do Risco de Desastres e Adaptação às Mudanças Climáticas

Dissertação de Mestrado

Impacto das mudanças climáticas na produção de caju (*Anacardium occidentale* L.), na província de Gaza, região sul de Moçambique.

Autor: Durque Mário Munguambe

Maputo, Julho de 2026

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Mestrado em Gestão do Risco de Desastres e Adaptação às Mudanças Climáticas

Dissertação de Mestrado

Impacto da variabilidade climática na produção de caju (*Anacardium Occidentale* L.), na Província de Gaza, região sul de Moçambique.

Autor:

Durque Mário Munguambe

Supervisor:

Prof. Doutor. Alberto Mavume

Maputo, Julho de 2026

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Eu, **Durque Mário Munguambe**, de 38 anos de idade, filho de Mário Munguambe e Percília Manhique, estudante do curso de Mestrado em Gestão de Risco de Desastres e Adaptação às Mudanças Climáticas, da Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane, declaro, sob compromisso de honra, que esta dissertação nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu trabalho individual e original. Todas as fontes consultadas e citações utilizadas foram devidamente referenciadas conforme as normas académicas vigentes. Esta dissertação é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestrado, na Universidade Eduardo Mondlane.

Reconheço que qualquer violação deste compromisso implica sanções previstas no regulamento académico e ético da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Julho de 2026

_____

(Durque Mário Munguambe)

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação foi possível graças ao apoio, à orientação e ao incentivo de diversas pessoas e instituições, às quais expresso minha mais profunda gratidão. Agradeço a Deus por conceder-me saúde, força e sabedoria ao longo da minha trajectória académica, permitindo-me superar os desafios que encontrei durante a formação. Agradeço especialmente a MSc. Odete Macie e ao Professor Dr. Alberto Mavume por sua orientação, paciência, disponibilidade e por valiosas contribuições, que enriqueceram significativamente este trabalho. Sua dedicação e rigor foram fundamentais para a elaboração desta dissertação. Meu mais profundo agradecimento ao centro de excelência da UEM, pela bolsa de apoio à pesquisa que me foi concedida, aos produtores de castanha de caju, que gentilmente concordaram em participar da pesquisa, disponibilizando seu tempo e compartilhando suas experiências e percepções. Sem a contribuição deles, este estudo não teria sido possível. Aos meus colegas e amigos do curso de Mestrado em Gestão de Riscos de Desastres e Adaptação às Mudanças Climáticas, expresso minha gratidão pela troca de ideias, pelo companheirismo e pela inspiração mútua durante esta jornada académica. À minha família, filhos e esposa, expresso minha eterna gratidão pelo amor, pelo sacrifício e pelo apoio incondicional ao longo da minha vida académica e profissional. Por fim, a todos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a conclusão desta pesquisa, expresso meus mais sinceros agradecimentos

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO 1

1.1. Contextualização 1

1.2. MOTIVAÇÃO DO ESTUDO 3

1.3. OBJECTIVOS 3

1.3.1. Geral 3

1.3.2. Específico 3

1.4. PROBLEMA DE PESQUISA 4

1.4.1. PERGUNTAS DA PESQUISA 6

CAPITULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 7

2.1. Mudança Climatica 7

2.2. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L) 11

2.1. Tendências globais da cultura da castanha de caju 12

2.2. Produção da castanha de caju em África 13

2.3. Produção da castanha de caju em Moçambique 15

2.4. Produção da castanha de caju na província de Gaza 16

2.5. Condições agro-climatológicas do cajueiro 17

2.5.2. Condições Térmicas 18

2.5.3. Condições de Humidade Relativa 18

2.5.4. Condições de Vento 19

CAPÍTULO III: METODOLOGIA 22

3.1. Área de Estudo 22

3.2. Dados Climáticos 23

3.3. Impacto das mudanças climáticas na fenologia e produtividade do cajueiro 23

3.4. Identificação e análise das estratégias de adaptação actualmente utilizadas pelos agricultores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas em Gaza 24

3.5. Métodos 24

3.5.1. Análise de séries temporais 25

3.5.2. Cálculo de anomalias 26
3.5.3. Para avaliar os impactos das mudanças climáticas na fenologia e productividade do cajueiro 26
3.5.4. Para a identificação e análise das estratégias de adaptação atualmente utilizadas pelos agricultores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas em Gaza 27
3.5.5. Limitações do estudo 28
CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÕES 30
4.1. Padrões Climáticos da Província de Gaza (1993-2022) 30
4.1.1 Análise da Precipitação 30
4.1.1.2 Anomalia e tendência de precipitação na região 31
4.1.2 Análise da Temperatura 32
4.1.2.1 Anomalia e tendência da temperatura ao longo do período em análise na região 33
4.2. Estudo dos impactos das mudanças climáticas na fenologia e na produtividade do cajueiro 35
4.2.1. Impacto nas Fases Fenológicas do Cajueiro 35
4.3. Identificação e análise das estratégias de adaptação atualmente utilizadas pelos agricultores para mitigarem os efeitos das mudanças climáticas 37
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 42
5.1. Conclusões 42
5.2. Recomendações 43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 45
7. ANEXOS 52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Principais produtores mundiais de caju (FAO, 2023) 13
Figura 2. Produção comercializada de caju no país (IAM. IP 2024). 16
Figura 3. Produção comercializada de caju da província de Gaza (IAM. IP, 2024). 17
Figura 4. Mapa da área de estudo 22
Figura 5. Perfil Sociodemográfico dos Produtores da província de Gaza 28
Figura 6. Anomalías da temperatura anual da provincía de Gaza. 35
Figura 7. As imagens apresentadas ilustram o processo de recolha de dados no campo**.** 54
Figura 8. As imagens apresentadas ilustram o processo de recolha de dados no campo. 55
Figura 9. Climatología do distrito de Manjacaze. 57
Figura 10. Climatología do distrito de Bilene. 59
Figura 11. Climatología do distrito de Chongoene. 61
Figura 12. Climatología do distrito de Chibuto. 64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Percentagem de explorações que tiveram diminuição de produção dos seus cajueiros e motivos de diminuição (IECAJU, 2017). 5

Tabela 2. Ocorrência de calamidades naturais e número total de cajueiros afectados (IECAJU, 2017). 6

Tabela 3. Exigência biofísica do cajueiro (Grüter et al, 2022). 20

Tabela 4. Classificação ambiental para o cultivo de caju (Rupa et al, 2013). 21

Tabela 5. Descrição dos dados climáticos (https://climateengine.org/). 23

Tabela 6. Feno fases do cajueiro versus Variáveis climáticas. 27

Tabela 7. Testes estatísticos e procedimentos no SPSS. 28

Tabela 8. Resumo dos teste de significância da variável climática Precipitação. 32

Tabela 9. Resumo dos testes de significância da variável climática Temperatura. 34

Tabela 10. Resultados de adaptação 41

RESUMO

O estudo analisa o efeito da mudança climática na produção da castanha de caju (Anacardium occidentale L.), em Gaza, uma província onde a economia rural depende dessa cultura. Avaliou-se como a variabilidade climática, reflectida pela precipitação e temperatura, afecta a fenologia, a produtividade e os meios de subsistência dos produtores. Foram utilizados dados climáticos da Terra Climate (1993 – 2022), dados de produção de caju e um inquérito aplicado a 100 produtores nos potenciais distritos. A análise incluiu cálculos de médias anuais, anomalias e regressão linear, permitindo a identificação de tendências e o teste da significância das variações climáticas observadas. Os resultados indicam alta variabilidade inter-anual da precipitação, e uma tendência de queda não estatisticamente significativa. A temperatura, mostra aumento estatisticamente significativo, com valor p de -0,034. A precipitação analisada, mostrou-se abaixo da média anual mínima recomendada de 600 mm, pelos estudos de adaptabilidade do caju, que resulta em stress hídrico que condiciona a produtividade dos cajueiros. Os produtores confirmaram os efeitos da variabilidade das variáveis climáticas, relatando secas frequentes, maior incidência de pragas e doenças e perdas de produção. Concluiu-se que a variabilidade climática constituem uma ameaça crescente à sustentabilidade do subsector do caju em Gaza, tornando necessária a adopção de estratégias de adaptação, que incluem a introdução de variedades tolerantes à seca, salinidade, inundações e a irrigação suplementar. Aumento do acesso à informação climática e aos serviços de extensão rural.

Palavras-chave: *Mudanças Climáticas; Caju; Variabilidade Climática; Precipitação; Temperatura; Produção da castanha de caju; Gaza; Adaptação.*

ABSTRACT

The study analyzes the effects of climate change on cashew nut production (Anacardium occidentale L.) in Gaza Province, where the rural economy largely depends on this crop. It assessed how climate variability, reflected in precipitation and temperature, affects phenology, productivity, and the livelihoods of producers. Climate data from TerraClimate (1993–2022), cashew production data, and a survey conducted with 100 producers in the main producing districts were used. The analysis included calculations of annual averages, anomalies, and linear regression, enabling the identification of trends and the testing of the significance of observed climatic variations. The results indicate high interannual variability in precipitation and a declining trend that was not statistically significant. Temperature, however, shows a statistically significant increase, with a p-value of 0.034. The analyzed precipitation levels were below the minimum threshold of 600 mm recommended by studies on cashew adaptability, resulting in water stress and limiting cashew trees from reaching their maximum production potential. Producers confirmed the effects of climate variability, reporting frequent droughts, increased incidence of pests and diseases, and production losses. It was concluded that climate change constitutes a growing threat to the sustainability of the cashew subsector in Gaza, making it necessary to adopt adaptation strategies, including orchard renewal, the introduction of drought-tolerant varieties, and improved access to climate information and rural extension services.

Keywords: *Climate Change; Cashew; Climate Variability; Precipitation; Temperature; Cashew Nut Production; Gaza; Adaptation*.

LISTA DE ABREVIATURAS

AF- Agregado familiar

RCP- Caminho de Concentração Representativo.

IECAJU - Inquérito Especial de Caju

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

FAO- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.

INE-Instituto Nacional de Estatística

IAM, IP- Instituto de Amêndoas de Moçambique

PIB-Produto Interno Bruto

UNDP - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

MICOA - Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental

GEE- Gases com Efeito Estufa.

UNDP - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

NOAA - Administração Nacional Oceânica e Atmosférica, nos EUA.

USAID- Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional.

ACA- Aliança Africana de caju

INCAJU – Instituto Nacional de caju

Sig - Significância

CSA – Climate Smart Agriculture (Agricultura inteligente ao clima)

WORLD BANK – Banco Mundial.

BAfD - Banco Africano de Desenvolvimento

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A produção de caju (*Anacardium occidentale* L.) tem destaque no mercado global devido à crescente demanda e ao seu potencial para reduzir a pobreza em comunidades rurais produtoras. Nas últimas quatro décadas, o mercado mundial de caju expandiu-se quase sete vezes em volume, tornando-se uma indústria avaliada entre 8 e 12 bilhões de dólares em 2018 (World Bank, 2022). Os principais produtores são a Costa do Marfim, a Índia, o Vietname e a Nigéria (Nitidae, 2020). De acordo com a FAO (2018), milhões de pequenos agricultores em diferentes continentes abastecem este mercado, sendo o caju, para muitos agregados familiares, a principal cultura de rendimento. Actualmente, é cultivado na Ásia, África e América, ocupando cerca de seis milhões de hectares em 2017, com destaque para a Costa do Marfim (28%) e a Índia (17%). Na África Subsaariana, região com aproximadamente 215 milhões de habitantes, mais de 60% da população depende da agricultura como principal meio de subsistência (FAO, 2018). Em Moçambique, a agricultura desempenha um papel essencial na economia e na segurança alimentar, contribuindo com cerca de 25% do PIB e é dominada por pequenos produtores que representam 99% das explorações agrícolas (INE, 2022). A cultura do caju destaca-se pela sua resistência à seca, capacidade de adaptação a solos pobres e relevância económica para exportação, geração de emprego e redução da pobreza nas zonas rurais. Entretanto, as mudanças climáticas emergem como um dos maiores desafios para a sustentabilidade agrícola.

De acordo com o IPCC (2021), a temperatura média global poderá aumentar entre 1,5°C e 3,0°C até 2050, o que afectará directamente a adequação climática das regiões de cultivo e a produtividade das culturas tropicais perenes, como o caju. Alterações nos padrões de precipitação, prolongamento de secas e ocorrência de eventos extremos, como ciclones e cheias, têm consequências significativas para o rendimento agrícola, a segurança alimentar e a estabilidade económica (Schaeffer & Novelli, 2015).

Embora as mudanças climáticas sejam, em parte, processos naturais que historicamente moldaram a biosfera terrestre (Rojas & Fabre, 2017), a intensificação recente é atribuída principalmente às actividades humanas. Essa intensificação afecta directamente sistemas ambientais e sociais, incluindo agricultura, recursos hídricos e saúde pública (IPCC, 2007; Woolf et al., 2010).

O aumento das temperaturas, a variabilidade das chuvas e a escassez hídrica resultante provocam stress térmico nas plantas, maior incidência de pragas e doenças, além de comprometer a produtividade agrícola.

Moçambique encontra-se entre os países mais vulneráveis aos impactos climáticos, devido à sua localização geográfica, alta dependência da agricultura e fragilidade socioeconómica (Irish Aid, 2018; Warner et al., 2016). A predominância da agricultura de sequeiro (dependente de chuvas), chuvas irregulares e secas prolongadas cria um cenário de alto risco para a produção agrícola no país (Banco Mundial, 2006). As principais culturas, como milho, feijão, algodão, tabaco, cana-de-açúcar e caju, são fortemente influenciadas pela variabilidade climática (Rosário et al., 2021).

No contexto específico da província de Gaza, região sul de Moçambique, os desafios climáticos são ainda mais pronunciados. Ocorrem com frequência, períodos de secas, aumento da temperatura, redução da precipitação e ocorrência de eventos extremos, como cheias e ciclones (Reason, 2007; Matyas & Silva, 2013). Essas alterações afectam directamente a fisiologia e o ciclo das culturas, reduzindo o rendimento do cajueiro e comprometendo a qualidade das castanhas. Dada a relevância desta cultura para a economia local e nacional, compreender os impactos climáticos sobre a sua produção é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação. Além disso, a interligação entre pobreza, insegurança alimentar e variabilidade climática agrava a vulnerabilidade das comunidades rurais (Dixon et al., 2001; Massawe, 2017). A redução das colheitas diminui a renda dos agricultores e perpetua ciclos de pobreza, reforçando a necessidade de políticas de adaptação baseadas em evidências científicas.

Assim, é essencial avaliar de forma abrangente os impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas, com enfoque nas culturas de importância económica e social. Estudos que integrem análises climáticas e de produtividade agrícola são fundamentais para compreender as respostas das culturas às mudanças climáticas e propor soluções sustentáveis.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objectivo avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a produção do caju (*Anacardium occidentale* L.) na Província de Gaza, contribuindo para o fortalecimento da resiliência agrícola.

1.2. MOTIVAÇÃO DO ESTUDO

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa surge da convivência com as fruteiras tropicais, sou profissional e investigador da área do caju, sendo a cultura do caju de elevada importância socioeconómica para as comunidades Moçambicanas. O contacto com os produtores da cultura, aliado à observação de variações na produção e produtividade do caju ao longo dos anos, despertou em mim um interesse particular em compreender até que ponto a variabilidade climática estaria a influenciar o desenvolvimento da cultura do caju.

A relevância do tema é reforçada pelo facto de o caju representar uma das principais fontes de rendimento agrícola do país, contribuindo significativamente na geração de divisas através de exportações e geração de emprego. As alterações no regime de chuvas, o aumento das temperaturas médias e a ocorrência de secas prolongadas têm colocado novos desafios à sustentabilidade da cultura do caju.

Como profissional do sector agrícola e estudante do curso de mestrado em gestão do risco de desastres e adaptação às mudanças climáticas, reconheço a necessidade de integrar o conhecimento sobre o clima com as práticas agrícolas, de modo a identificar estratégias de mitigação e adaptação viáveis para os produtores. Este estudo, nasceu do desejo de aliar a ciência e a prática, contribuindo para o fortalecimento da resiliência do sector do caju face aos impactos climáticos observados e projectados e, por conseguinte, contribuir para o desenvolvimento sustentável de Moçambique, especialmente através da geração de evidências científicas que possam apoiar na formulação de políticas públicas e programas de adaptação climática na agricultura. Compreender a relação entre o clima e produção de caju é um passo essencial para proteger os meios de subsistência das comunidades produtoras e promover uma agricultura mais resiliente.

1.3. OBJECTIVOS

1.3.1. Geral

- Estudar o impacto da mudança climática na produção de caju na província de Gaza.

1.3.2. Específico

- Analisar a tendência dos padrões climáticos (temperatura, precipitação) na província de Gaza;
- Avaliar os impactos da variabilidade climática na fenologia e produtividade do cajueiro;

- Identificar e analisar as estratégias de adaptação actualmente utilizadas pelos produtores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

1.3.3. CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO

Este estudo contribui para o entendimento dos efeitos da variabilidade climática sobre a produção de culturas e em especial do caju na província de Gaza, ao integrar dados climáticos históricos, projecções e percepções dos produtores locais. A investigação permite estabelecer uma relação entre as variações de temperatura e precipitação e o desempenho produtivo, fornecendo evidências científicas que ajudam a compreender os riscos e oportunidades associadas a esta interacção.

Os resultados oferecem evidências, que servem como base sólida para melhorar a formulação de políticas públicas e estratégias de adaptação climática rural, incluindo o acesso à irrigação, reabilitação de pomares e capacitação de produtores; o planeamento agrícola sustentável e a necessidade de fortalecer as capacidades dos produtores através de acesso à informação climática, tecnologias adaptativas baseadas na natureza e apoio técnico, de modo a reduzir vulnerabilidades e aumentar a resiliência do sector caju.

O estudo, amplia o corpo de conhecimento nacional sobre a relação entre mudanças climáticas e culturas perenes em Moçambique. Integra dados climáticos históricos e projecções (RCPs do IPCC) com evidências empíricas de campo, oferecendo uma abordagem interdisciplinar que combina climatologia, agricultura e gestão de riscos;

Fortalece a base metodológica para futuros estudos sobre adaptação agrícola e resiliência climática.

1.4. PROBLEMA DE PESQUISA

Segundo o Banco Mundial (2022) o caju é essencial para a nutrição e a segurança alimentar das comunidades em Moçambique, e particularmente na província de Gaza, especialmente durante a estação seca, devido à sua capacidade de prosperar em solos marginais. Apesar das condições agro-climáticas favoráveis e da tradição na produção de castanha de caju, Moçambique, não conseguiu acompanhar o crescimento da demanda global por esse produto, no entanto em 1990, perdeu a sua posição de liderança mundial na produção e transformação de caju devido a factores como guerra civil, desastres naturais, políticas públicas ineficazes e concorrência internacional. Em 2019, o país ocupava o 10º lugar na produção global e o 4º no

processamento do caju (Banco Mundial, 2022), revelando a necessidade de identificar e superar os desafios enfrentados pelo sector.

As mudanças climáticas emergentes representam uma ameaça significativa para a produção de caju. Alterações nos padrões de temperatura, precipitação e ocorrência de eventos climáticos extremos podem impactar directamente a qualidade e a quantidade das colheitas, comprometendo não apenas a subsistência das comunidades locais, mas também a economia nacional, que depende fortemente dessa cultura (Banco Mundial, 2022).

Vale destacar ainda que as alterações do clima podem provocar rápidas mudanças nas doenças que envolvem o cajueiro. De acordo com essa premissa Cardoso e Viana (2011) descreveram as principais doenças do caju sob o ponto de vista de perspectivas das mudanças climáticas. Esses autores relatam como as condições do ambiente são demasiadamente importantes na ocorrência e no rigor de todos os patos sistemas dessa espécie, tendo mais influência na antracnose, mofo-preto, oídio, mancha-angular e na mancha de-xanthomonas.

Segundo o Inquérito Especial de caju (2017) à percepção sobre a existência de cajueiros cuja produção tenha diminuído é cerca de 65.5% das explorações nacionais. O sentimento de redução da produção dos cajueiros foi mais expressivo em Cabo Delgado, seguido de Inhambane e Gaza (Tabela 1). O principal motivo de diminuição da produção de cajueiros foi a ocorrência de pragas e doenças, apontado por cerca de 88.1% do total das explorações.

Tabela 1. Percentagem de explorações que tiveram diminuição de produção dos seus cajueiros e motivos de diminuição (IECAJU, 2017).

Província	% explorações cujos cajueiros tiveram diminuição da produção	Motivos da diminuição da produção	
		Foram afectados por pragas/doenças	Foram afectados por outras causas
CABO DELGADO	86.4	94.2	11.5
NAMPULA	58.1	89.6	16.6
ZAMBÉZIA	57.4	85.9	18.7
MANICA	66.1	92.7	3.8
SOFALA	54.4	83	31
INHAMBANE	80.7	80.1	46.4
GAZA	**80.4**	**97**	**34.4**
MAPUTO	63.7	69	43.5
TOTAL	**65.5**	**88.1**	**23.9**

Para além de queimadas descontroladas, a ocorrência de ciclones, ventos fortes, granizo também constitui um factor de diminuição da produção identificado por cerca de um quarto

das explorações (IECAJU, 2017). O problema parece ser mais frequente na zona sul do país; e assola principalmente as províncias de Inhambane e Gaza (Tabela 2).

Tabela 2. Ocorrência de calamidades naturais e número total de cajueiros afectados (IECAJU, 2017).

Província	cajueiros foram afectados por queimadas descontroladas		cajueiros foram afectados por ciclones/ventos fortes/chuvas		cajueiros afectados por seca	
	% explorações	Número de cajueiros	% explorações	Número de cajueiros	% explorações	Número de cajueiros
CABO DELGADO	21.5	134,613	6.4	14,232	4.3	13,700
NAMPULA	16.3	475,323	13.3	204,463	15.8	493,485
ZAMBÉZIA	15.7	163,028	8	49,171	12.3	154,848
MANICA	8.8	19,492	3	2,566	9.7	12,939
SOFALA	21.8	68,905	21.5	38,104	16	37,696
INHAMBANE	10.3	140,176	75.8	697,441	24.1	311,029
GAZA	**21.5**	**124,176**	**58.6**	**277,213**	**29.7**	**247,802**
MAPUTO	10.8	9,784	35.1	38,809	24.7	41,319
TOTAL	**16.3**	**1,135,587**	**24.5**	1,321,998	16.6	1,312,818

1.4.1. PERGUNTAS DA PESQUISA

- A temperatura e a precipitação têm efeito significativo no crescimento e na produção da castanha de caju na província de Gaza?
- Mudanças climáticas afectam os meios de subsistência dos produtores de caju em Gaza?

CAPITULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mudança Climatica

Mudança do clima refere-se a qualquer alteração no estado do clima que possa ser identificada (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média e/ou variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um período prolongado, tipicamente décadas ou mais. Pode ser devida a processos naturais internos, a forçamentos externos naturais, ou a mudanças antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC, 2021).

As mudanças climáticas referem-se a alterações de longo prazo nos padrões de temperatura e clima, principalmente causadas pelas actividades humanas, especialmente pela queima de combustíveis fósseis que aumentam os níveis de gases de efeito estufa na atmosfera (UNDP, 2022).

Em Moçambique, as mudanças climáticas são entendidas como variações prolongadas nos padrões de precipitação e temperatura que resultam em secas recorrentes, inundações, ciclones e intrusão salina, afectando fortemente a agricultura, a segurança alimentar e os meios de subsistência das comunidades (MICOA, 2013).

Segundo o IPCC (2021), as concentrações de dióxido de carbono (CO_2) e outros gases com efeito de estufa têm continuado a aumentar nos últimos anos, com algumas taxas de crescimento acima das médias históricas, reflectindo a pressão humana sobre o sistema climático e implicações para agricultura, segurança alimentar e recursos hídricos.

Os gases com efeito estufa (GEE) desempenham um papel central na mudança do clima, uma vez que contribuem para o aumento da temperatura média global ao reterem calor na atmosfera. Entre os principais GEE destacam-se: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e os gases fluorados (HFCs, PFCs, SF_6 e NF_3).

O dióxido de carbono (CO_2) é o gás mais emitido em escala global, resultante sobretudo da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e mudanças no uso da terra, representando mais de 70% das emissões totais (IPCC, 2021). O metano (CH_4) provém principalmente da agricultura, destacando-se a produção de arroz, a fermentação entérica de ruminantes e os aterros sanitários - além da exploração de petróleo e gás natural. Apesar de estar presente em menores concentrações que o CO_2, possui um potencial de aquecimento global (PAG) 28–34

vezes superior num horizonte de 100 anos (Saunois et al., 2020). O óxido nitroso (N_2O) tem como principal origem o uso de fertilizantes nitrogenados e o manejo de estrume, possuindo um PAG aproximadamente 298 vezes superior ao CO_2 (Davidson, 2009). Por fim, os gases fluorados, provenientes sobretudo de processos industriais e sistemas de refrigeração, apresentam concentrações relativamente baixa na atmosfera, mas um PAG extremamente elevado, podendo ser milhares de vezes superior ao do CO_2 (IPCC, 2014).

No contexto de Moçambique, os inventários nacionais apontam que os sectores de agricultura (responsáveis por emissões de CH_4 e N_2O) e de mudanças no uso da terra e florestas (responsáveis pela emissão de CO_2) constituem as principais fontes nacionais de GEE, enquanto o sector de energia contribui em menor proporção (MICOA, 2018). Essa realidade coloca em evidência a vulnerabilidade do país, que depende fortemente da agricultura de subsistência, altamente sensível às alterações climáticas.

O El Niño é um fenómeno meteorológico de escala global caracterizado pela interacção oceano-atmosfera e que afecta a circulação geral da atmosfera o que provoca variações na temperatura e na precipitação em diversas regiões do globo. (NOAA, 2024).

Estudos de Mavie (1999) e Mazive et al. (2018), revelam que, existe uma correlação positiva entre a precipitação e a quantidade de produção agrária. Durante os anos em que ocorre o evento de El Niño, a região de Gaza experimenta uma redução significativa da precipitação e, consequentemente, da produção agrícola. Os fenómenos mais intensos, como os de 1982/83 e 2015/16, mostraram uma clara relação de dependência entre a precipitação e a produção agrícola (Mazive et al., 2018).

A vulnerabilidade de Moçambique às mudanças climáticas é amplamente reconhecida pela comunidade internacional. De acordo com a USAID (2018), essa vulnerabilidade resulta da combinação entre a localização geográfica e as características físicas do país, associado à extensa linha costeira de aproximadamente 2.470 km, que aumenta a exposição aos impactos climáticos como ciclones tropicais, tempestades costeiras, cheias e secas recorrentes ocorrem em ciclos de três a quatro anos e a fragilidade socioeconómica da população.

Estima-se que mais de 60% dos habitantes residem em zonas costeiras baixas, onde tempestades intensas provenientes do Oceano Índico e a elevação do nível do mar colocam em risco infra-estruturas críticas, a agricultura de subsistência em áreas costeiras, ecossistemas estratégicos e os recursos pesqueiros que sustentam milhões de famílias (USAID, 2018).

Segundo Muchangos (1999), a região sul de Moçambique, é caracterizada por um clima tropical seco ou húmido, com algumas variações de acordo com a proximidade do oceano Índico. Com dois períodos distintos: um período chuvoso e quente (de Outubro a Março) e um período seco e mais fresco (de Abril a Setembro). A proximidade com o oceano Índico tem um impacto significativo no clima. As áreas costeiras geralmente experimentam temperaturas mais moderadas devido à influência marítima.

Os ciclones tropicais atingem ocasionalmente as regiões costeiras de Moçambique e sul-africana, e induzem event Mudança do clima refere-se a qualquer alteração no estado do clima que possa ser identificada (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média e/ou variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um período prolongado, tipicamente décadas ou mais. Pode ser devida a processos naturais internos, a forçamentos externos naturais, ou a mudanças antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC, 2021).

As mudanças climáticas referem-se a alterações de longo prazo nos padrões de temperatura e clima, principalmente causadas pelas actividades humanas, especialmente pela queima de combustíveis fósseis que aumentam os níveis de gases de efeito estufa na atmosfera (UNDP, 2022).

Em Moçambique, as mudanças climáticas são entendidas como variações prolongadas nos padrões de precipitação e temperatura que resultam em secas recorrentes, inundações, ciclones e intrusão salina, afectando fortemente a agricultura, a segurança alimentar e os meios de subsistência das comunidades (MICOA, 2013).

Segundo o IPCC (2021), as concentrações de dióxido de carbono (CO_2) e outros gases com efeito de estufa têm continuado a aumentar nos últimos anos, com algumas taxas de crescimento acima das médias históricas, reflectindo a pressão humana sobre o sistema climático e implicações para agricultura, segurança alimentar e recursos hídricos.

Os gases com efeito estufa (GEE) desempenham um papel central na mudança do clima, uma vez que contribuem para o aumento da temperatura média global ao reterem calor na atmosfera. Entre os principais GEE destacam-se: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e os gases fluorados (HFCs, PFCs, SF_6 e NF_3).

O dióxido de carbono (CO_2) é o gás mais emitido em escala global, resultante sobretudo da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e mudanças no uso da terra, representando

mais de 70% das emissões totais (IPCC, 2021). O metano (CH_4) provém principalmente da agricultura, destacando-se a produção de arroz, a fermentação entérica de ruminantes e os aterros sanitários - além da exploração de petróleo e gás natural. Apesar de estar presente em menores concentrações que o CO_2, possui um potencial de aquecimento global (PAG) 28–34 vezes superior num horizonte de 100 anos (Saunois et al., 2020). O óxido nitroso (N_2O) tem como principal origem o uso de fertilizantes nitrogenados e o manejo de estrume, possuindo um PAG aproximadamente 298 vezes superior ao CO_2 (Davidson, 2009). Por fim, os gases fluorados, provenientes sobretudo de processos industriais e sistemas de refrigeração, apresentam concentrações relativamente baixa na atmosfera, mas um PAG extremamente elevado, podendo ser milhares de vezes superior ao do CO_2 (IPCC, 2014).

No contexto de Moçambique, os inventários nacionais apontam que os sectores de agricultura (responsáveis por emissões de CH_4 e N_2O) e de mudanças no uso da terra e florestas (responsáveis pela emissão de CO_2) constituem as principais fontes nacionais de GEE, enquanto o sector de energia contribui em menor proporção (MICOA, 2018). Essa realidade coloca em evidência a vulnerabilidade do país, que depende fortemente da agricultura de subsistência, altamente sensível às alterações climáticas.

O El Niño é um fenómeno meteorológico de escala global caracterizado pela interacção oceano-atmosfera e que afecta a circulação geral da atmosfera o que provoca variações na temperatura e na precipitação em diversas regiões do globo. (NOAA, 2024).

Estudos de Mavie (1999) e Mazive et al. (2018), revelam que, existe uma correlação positiva entre a precipitação e a quantidade de produção agrária. Durante os anos em que ocorre o evento de El Niño, a região de Gaza experimenta uma redução significativa da precipitação e, consequentemente, da produção agrícola. Os fenómenos mais intensos, como os de 1982/83 e 2015/16, mostraram uma clara relação de dependência entre a precipitação e a produção agrícola (Mazive et al., 2018).

A vulnerabilidade de Moçambique às mudanças climáticas é amplamente reconhecida pela comunidade internacional. De acordo com a USAID (2018), essa vulnerabilidade resulta da combinação entre a localização geográfica e as características físicas do país, associado à extensa linha costeira de aproximadamente 2.470 km, que aumenta a exposição aos impactos climáticos como ciclones tropicais, tempestades costeiras, cheias e secas recorrentes ocorrem em ciclos de três a quatro anos e a fragilidade socioeconómica da população.

Estima-se que mais de 60% dos habitantes residem em zonas costeiras baixas, onde tempestades intensas provenientes do Oceano Índico e a elevação do nível do mar colocam em risco infra-estruturas críticas, a agricultura de subsistência em áreas costeiras, ecossistemas estratégicos e os recursos pesqueiros que sustentam milhões de famílias (USAID, 2018).

Segundo Muchangos (1999), a região sul de Moçambique, é caracterizada por um clima tropical seco ou húmido, com algumas variações de acordo com a proximidade do oceano Índico. Com dois períodos distintos: um período chuvoso e quente (de Outubro a Março) e um período seco e mais fresco (de Abril a Setembro). A proximidade com o oceano Índico tem um impacto significativo no clima. As áreas costeiras geralmente experimentam temperaturas mais moderadas devido à influência marítima.

Os ciclones tropicais atingem ocasionalmente as regiões costeiras de Moçambique e sul-africana, e induzem eventos extremos de chuva e, consequentemente enchentes em Moçambique, ao norte da África do Sul e no Zimbabwe (Reason, 2007; Davis, 2011; Matyas e Silva, 2013).

Para a agricultura, dependendo da sua intensidade, os ciclones tropicais podem ser benéficos devido à sua capacidade de trazer chuvas significativas para áreas atingidas pela seca, ajudando a aliviar o défice hídrico. Embora sejam conhecidos pela sua natureza destrutiva, eles têm capacidade de transportar humidade para o meio ambiente e, por conseguinte, reabastecendo rios e recarregando aquíferos (Rojas e Amade, 1996; Reason, 2007; Matyas e Silva, 2013).os extremos de chuva e, consequentemente enchentes em Moçambique, ao norte da África do Sul e no Zimbabwe (Reason, 2007; Davis, 2011; Matyas e Silva, 2013).

Para a agricultura, dependendo da sua intensidade, os ciclones tropicais podem ser benéficos devido à sua capacidade de trazer chuvas significativas para áreas atingidas pela seca, ajudando a aliviar o défice hídrico. Embora sejam conhecidos pela sua natureza destrutiva, eles têm capacidade de transportar humidade para o meio ambiente e, por conseguinte, reabastecendo rios e recarregando aquíferos (Rojas e Amade, 1996; Reason, 2007; Matyas e Silva, 2013).

2.2. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L)

O caju (Anacardium occidentale L.), é uma dicotiledónea, pertencente à família Anacardiaceae, é a única espécie cultivada e a mais dispersa do género. Tem ocorrência, predominantemente, na região tropical e subtropical. Tem a sua origem no Brasil, e é

considerado o mais importante centro de diversidade desse táxon (Barros & Crisóstomo, 1995).

O cajueiro cultivado é classificado em dois tipos, de acordo com o porte: o comum (gigante) e o anão ou anão-precoce. O cajueiro comum é nativo, sendo o mais encontrado na região, foram os primeiros a serem explorados comercialmente, e sua propagação ocorreu quase exclusivamente por sementes. Com relação ao cajueiro-anão, sua origem vem de selecções feno típicas de cajueiros-comuns de porte baixo realizado desde 1960 (Serrano &Pessoa, 2016).

O cajueiro produz quatro produtos: castanha, pera, goma e madeira. A castanha é consumida em todo o mundo como um lanche ou na forma processada como ingrediente de um conjunto diversificado de alimentos. A pera de caju também pode ser utilizada para produzir bebidas e licores. A goma ou resina é um novo produto que pode ser extraído do tronco do caju e vendido à indústria alimentar, uma vez que tem muitas funções, inclusive como agente emulsionante, estabilizador, ligante e encapsulador.

A renovação dos pomares após 20 a 30 anos de produção também gera madeira. Além destes quatro produtos, a casca do caju pode ser transformada em subprodutos que têm muitas utilizações na indústria farmacêutica, preparação de tinta a óleo, cabos submarinos ou transformada em bioenergia.

2.1.Tendências globais da cultura da castanha de caju

Segundo FAO (2023), a cultura da castanha de caju está em expansão, impulsionada pelo aumento da demanda mundial, com uma produção global em torno de 4,2 milhões de toneladas anuais, e a África como epicentro da produção é responsável por 56% da produção global, seguida pela Ásia (35%) e América Latina (9%), com Costa de Marfim, Índia, Vietnam, e Benim como os principais produtores mundiais (Figura 1).

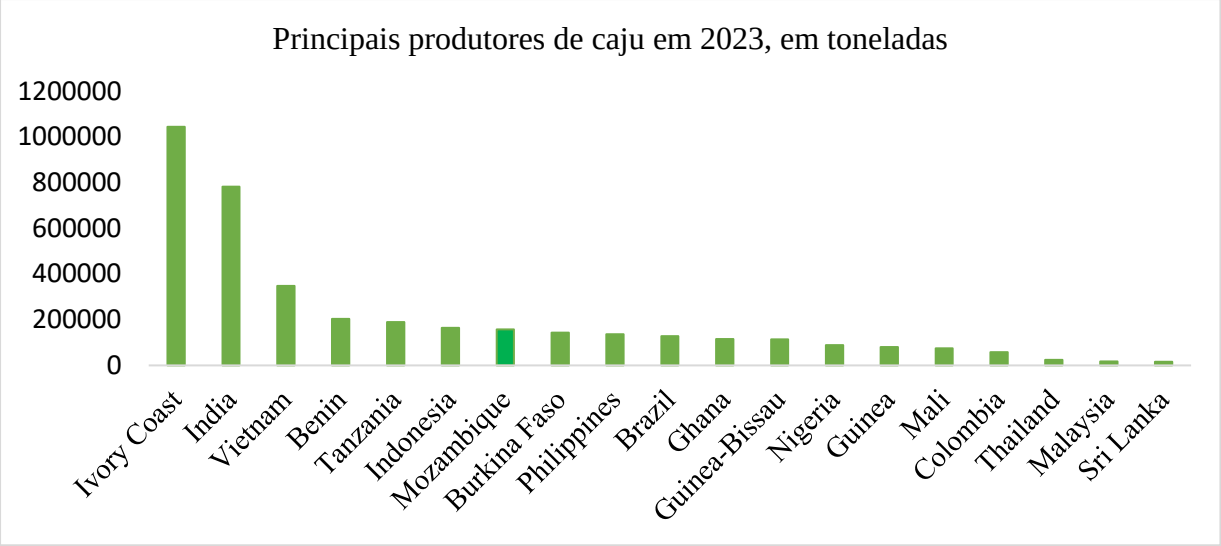


Figura 1.Principais produtores mundiais de caju (FAO, 2023)

Ao longo dos últimos anos, a produção mundial de castanha de caju tem aumentado de forma constante com uma taxa média de crescimento anual de 3,9% impulsionada pelo rejuvenescimento de árvores antigas e novas plantações em andamento em África, na Índia e no Vietnam (Rupa et al., 2013).

Este crescimento é impulsionado principalmente pelo aumento da procura de castanha de caju, tanto a nível nacional como em mercados internacionais. A castanha de caju é usada em uma ampla gama de produtos, incluindo confeitaria, salgadinhos e aplicações culinárias, e a demanda é particularmente forte na Europa, América do Norte e Ásia.

No entanto, apesar do crescimento da produção, o sector de caju enfrenta uma série de desafios, o principal é a baixa produtividade, com rendimentos por hectare em muitos países que permanecem abaixo da média global. Isso se deve a uma série de aspectos incluindo a baixa fertilidade do solo, o acesso irrisório a insumos, conhecimento e habilidades limitadas dos produtores.

Outro desafio é o baixo nível de processamento que ocorre em muitos países produtores da castanha de caju. Embora a castanha de caju seja uma cultura de alto valor, grande parte do valor é capturada por processadores e retalhistas em países importadores. Isso ocorre porque muitos países produtores de castanha de caju exportam castanhas cruas em vez de produtos processados, como nozes torradas ou salgadas, que têm um valor mais alto.

2.2.Produção da castanha de caju em África

Segundo Banco Mundial (2022) e ACA (2017), a produção de castanha de caju na África é predominantemente realizada por pequenos agricultores, muitos dos quais cultivam cajueiros

em consórcio com outras culturas anuais. Estima-se que cerca de 2,5 milhões de pequenos agricultores estão envolvidos na produção, sendo que quase 75% vivem abaixo do limiar da pobreza. Em 2017, a África contribuiu com aproximadamente 59% da produção global de castanha de caju. Dentro da África os principais produtores são Costa do Marfim, Nigéria, Guiné-Bissau, Tanzânia e Benim (Nitidae, 2020). Actualmente, a maior parte da produção está concentrada na África Ocidental, com destaque para países como Costa do Marfim, Benim e Nigéria.

No entanto, historicamente, na década de 1970, os países da África Oriental, especialmente Moçambique e Tanzânia, lideravam a produção global tanto de castanha quanto de amêndoa processada. Essa hegemonia foi perdida a partir de 1975 devido a conflitos políticos, guerras e doenças que afectaram a produtividade dos cajueiros. Com isso, a África Oriental perdeu relevância no mercado global, enquanto a Índia emergiu como um dos principais actores, impulsionada pela expansão de sua capacidade de processamento.

Essa trajectória reflecte a importância de factores políticos, tecnológicos e de saúde na dinâmica da produção agrícola global.

Segundo o Banco Mundial (2022) e a ACA (2017), a produção de castanha de caju em África é realizada predominantemente por pequenos agricultores, muitos dos quais cultivam cajueiros em consórcio com outras culturas anuais. Estima-se que cerca de 2,5 milhões de pequenos agricultores estejam envolvidos na produção, sendo que quase 75% vivem abaixo da linha da pobreza. Em 2017, a África contribuiu com aproximadamente 59% da produção mundial de castanha de caju. Dentro do continente africano, os principais produtores são a Costa do Marfim, a Nigéria, a Guiné-Bissau, a Tanzânia e o Benim (Nitidae, 2020). Actualmente, a maior parte da produção está concentrada na África Ocidental, particularmente em países como a Costa do Marfim, o Benim e a Nigéria.

Contudo, historicamente, na década de 1970, os países da África Oriental, especialmente Moçambique e Tanzânia, lideraram a produção mundial tanto de castanha de caju quanto de amêndoas processadas. Essa hegemonia foi perdida a partir de 1975 devido a conflitos políticos, guerras e doenças que afectaram a produtividade dos cajueiros. Como resultado, a África Oriental perdeu relevância no mercado global, enquanto a Índia emergiu como um dos principais actores, impulsionada pela expansão de sua capacidade de processamento.

Essa trajectória reflecte a importância dos factores políticos, tecnológicos e de saúde na dinâmica da produção agrícola global.

2.3. Produção da castanha de caju em Moçambique

Segundo a FAO (2023), Moçambique é o quarto maior produtor de castanha de caju em África, com uma produção aproximada de 157 mil toneladas na campanha 2022/2023. A castanha de caju é um dos principais produtos agrícolas de exportação do país, gerando receitas anuais significativas, que alcançam cerca de US$ 53 milhões por campanha, segundo o Banco Mundial (2022).

Segundo o Inquérito Especial de Caju 2017 (IECAJU), o sector emprega mais de um milhão de famílias no cultivo da cultura, além de cerca de 8.000 trabalhadores na indústria de processamento, conta com total de 42.410.726 cajueiros, que são fundamentais para a economia rural.

As províncias de Nampula, Cabo delgado e Zambézia são as principais regiões de produção da castanha, representando 63% da produção e 86% da capacidade de processamento instalada

(INCAJU, 2017).

A produção de caju em Moçambique é predominantemente realizada por pequenos agricultores, que utilizam sistemas integrados de cultivo, consorciando o caju com culturas alimentares anuais. Esse modelo contribui para a segurança alimentar e diversificação da renda das famílias envolvidas (INCAJU, 2017).

A figura 2, apresenta a produção comercializada da castanha de caju (em toneladas) de Moçambique dos anos 1995 a 2022. Os dados mostram uma tendência de crescimento da produção marcada por forte variabilidade anual.

O crescimento ao longo das décadas é modesto e a produção não é estável, o que indica necessidade de estratégias para reduzir as oscilações e aumentar a produtividade de forma sustentada.

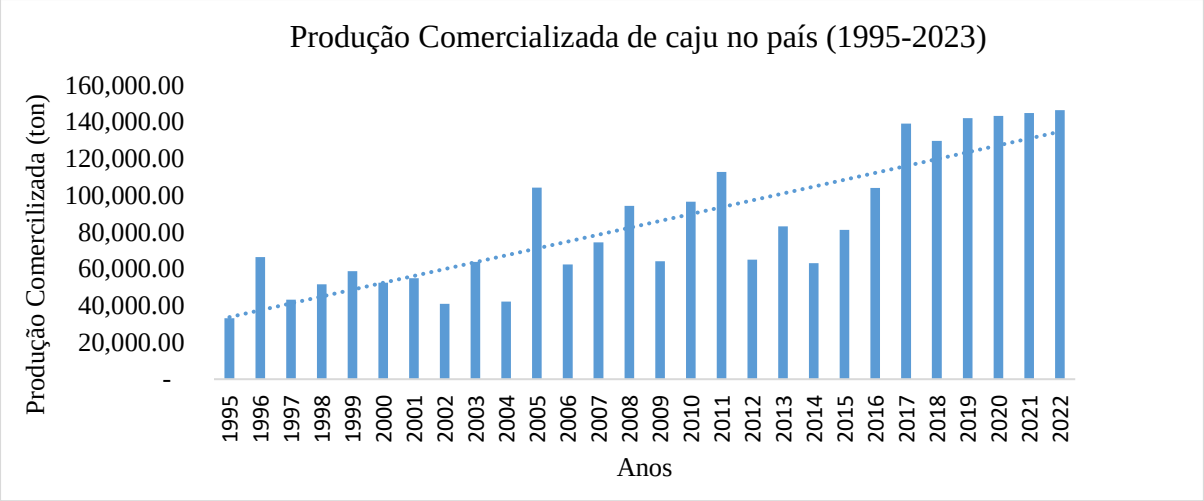


Figura 2. Produção comercializada de caju no país (IAM. IP 2024).

2.4. Produção da castanha de caju na província de Gaza

Gaza é uma das três províncias da região sul de Moçambique, onde predomina o clima tropical semiárido, especialmente nas áreas interiores, enquanto as zonas costeiras têm influência marítima, com temperaturas mais amenas e maior humidade. A província é conhecida pela produção da castanha de caju uma importante cultura comercial que contribui significativamente para a economia local (Mazive et al., 2018). A produção de castanha de caju na província concentra-se principalmente nos distritos de Manjacaze, Chibuto, Bilene e Chongoene (IAM, IP, 2023).

De acordo com o IECAJU (2017), a província de Gaza ocupa a terceira posição nacional na produção de castanha de caju, com um total de 11.668 toneladas anuais, quinta posição em relação ao número de cajueiros em produção, com cerca de 1,8 milhão de cajueiros, um total de 100,338 agregados familiares envolvidos na produção da castanha de caju na província de Gaza, deste numero 96,758 são de pequena, 3,116 de média e 464 de grande dimensão (IECAJU, 2017).

A produção de castanha de caju na província de Gaza é apoiada por vários governos e organizações não-governamentais. Organizações governamentais, que fornecem treinamento, serviços de extensão, semente melhorada e acesso a facilidades de crédito para agricultores. O governo de Gaza e parceiros, estabeleceu três unidades de processamento castanha de caju, duas em Manjacaze e um em Bilene, que visam agregar valor à castanha de caju produzida na região. Além das unidades de beneficiamento, existem diversas outras microprocessadoras de

castanha de caju em Gaza, que fornecem de emprego para os moradores locais e contribuem para o desenvolvimento fiscal da região (IAM, IP, 2023).

A figura 3. Apresenta a produção comercializada da castanha de caju (em toneladas) da província de Gaza do ano 1995 a 2022. Os dados mostram uma produção que varia muito de ano para o ano, sugerindo forte dependência de factores externos (chuvas, pragas politicas de exportação), Tendência positiva de crescimento da produção, mas com crescimento médio anual pequeno.

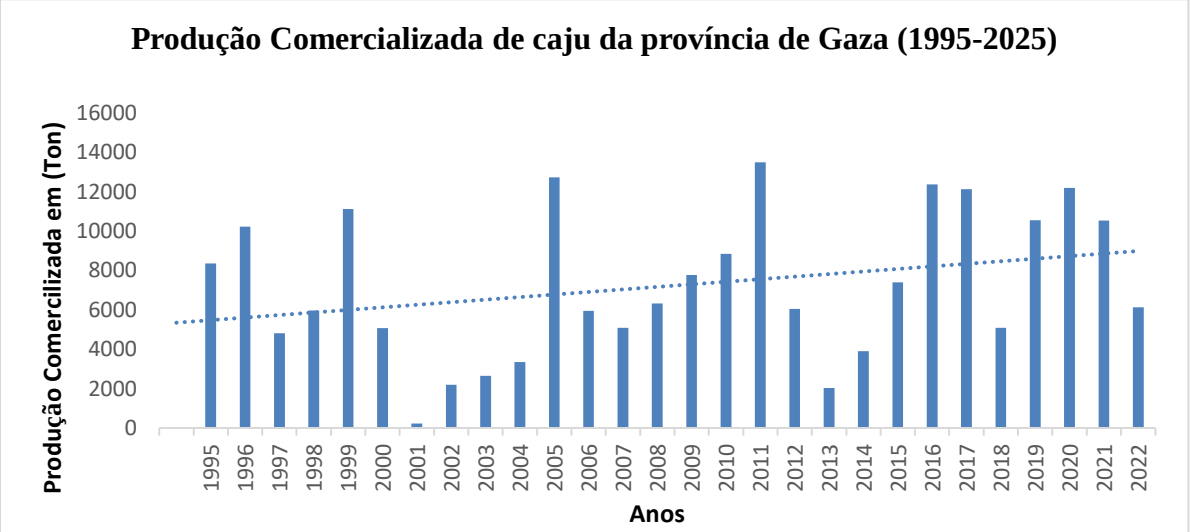


Figura 3. Produção comercializada de caju da província de Gaza (IAM. IP, 2024).

2.5.Condições agro-climatológicas do cajueiro

O cajueiro é uma planta sempre verde, podendo, no entanto, ocorrer renovação parcial da folhagem. Dada a sua sensibilidade à baixas temperaturas, a sua distribuição geográfica está confinada na faixa de latitudes 27°N e 28°S (Frota & Parente, 1995).

2.5.1. Condições de humidade

Segundo Ramos et al. (1996), o cajueiro é cultivado na faixa de 500 a 4.000 mm de chuva por ano, dentro da qual é explorado economicamente em regime de sequeiro. Nestas condições, a distribuição e a capacidade de retenção de água no solo são factores mais importantes do que a intensidade das chuvas. É importante um período seco nas fases de florescimento e frutificação, pois a humidade elevada favorece as doenças fúngicas, principalmente a antracnose, cujo agente é o Colletotrichum goeosporioides. Por outro lado, se o solo não tiver boa capacidade de retenção ou não apresentar boas condições de drenagem, haverá dificuldades para a cultura, mesmo que a intensidade e a distribuição das chuvas sejam

favoráveis. A faixa de precipitação pluvial de 800 a 1.500 mm por ano, distribuída entre 5 e 7 meses, em solo com boa capacidade de retenção, é a mais adequada para a espécie.

Plantio e Estabelecimento: no primeiro ano, as mudas de cajueiro são particularmente vulneráveis à falta de água. É essencial garantir uma irrigação adequada para promover o enraizamento e a sobrevivência das plantas. A evapotranspiração acumulada durante este período é significativa, com um estudo indicando uma necessidade hídrica de aproximadamente 106,2 mm no primeiro ano.

Crescimento Vegetativo: durante esta fase, o cajueiro requer água suficiente para o desenvolvimento das folhas e dos ramos. A irrigação deve ser mantida para evitar estrese hídrico, que pode comprometer o crescimento.

Floração e Frutificação: A necessidade hídrica aumenta durante a floração e frutificação, pois a planta precisa de água para a formação dos frutos. A falta de água nesse período pode resultar em queda de flores e frutos, afectando a produção.

2.5.2. Condições Térmicas

O cajueiro se desenvolve melhor em ambientes com temperaturas entre 24 e 28°C, mas também tolera temperaturas máximas de até 38°C. Embora o frio prejudique plantas jovens, o cajueiro tem-se adaptado a regiões onde as temperaturas mínimas chegam a 0°C, o que pode afectar a produção, especialmente se coincidir com o período de floração ou frutificação. Geadas e chuvas de granizo também impactam negativamente a produção, principalmente durante essas fases críticas. (Ramos, et al. 1996).

2.5.3. Condições de Humidade Relativa

O cajueiro adapta-se a diversas faixas de humidade relativa do ar, desde condições semiáridas, com humidade de cerca de 50%, até áreas litorâneas e de transição, onde a humidade pode superar 80% durante a época das chuvas. A disponibilidade de água, principalmente com o uso de irrigação, e o controle de doenças são factores importantes para manter a produtividade em ambientes desfavoráveis. Mesmo em condições de alta humidade, o cajueiro consegue florescer e produzir de forma eficiente (Ramos et al., 1996).

Ambientes com humidade relativa do ar muito alta, associada a altas temperaturas, favorecem a acção de fungos. Índices abaixo de 50%, por períodos prolongados, durante a floração, podem reduzir a receptividade do estigma e a viabilidade do pólen. Causam também a queda de frutos pequenos, principalmente quando associados às altas temperaturas do ar.

2.5.4. Condições de Vento

Ventos demasiadamente fortes prejudicam a cultura pela queda de flores e frutos em formação, bem como pelo tombamento (damping-off), de plantas jovens. A partir de 7 m/s, há necessidade de práticas de protecção, como a formação de quebra-ventos (Ramos et al., 1996).

A temperatura média em Moçambique aumentou entre 1,5°C e 2°C em relação aos níveis históricos (1961-2010) (USAID, 2018). Em 2023, a temperatura média registada em Moçambique foi 0,7 °C superior ao normal climatológico do período 1981 – 2010, mantendo a tendência de aumento observada desde a década de 1980 (INAM, IP, 2023).

O caju requer um clima tropical húmido ameno. A variação na humidade relativa durante o período de prefloração influencia o rendimento do caju (Freire, et al., 2002), a humidade da região adequada varia de 60-80% (Gomes, et al., 2004). Uma precipitação bem distribuída durante a fase de crescimento e prefloração (de Setembro a Novembro) favorece maior produtividade (Venugopal & Khader, 1991). Quaisquer chuvas incomuns durante Novembro e Dezembro atrasam excessivamente a fase reprodutiva de variedades de final de temporada (Rao, 1994; Rao, 1999). Chuvas prolongadas e fora de época acompanhadas de ventos de alta velocidade durante o período de floração e de lavagem do caju afectam negativamente o rendimento (Yadukumar et al., 2010). A floração do caju requer baixa temperatura mínima do ar na superfície variando de 16 a 20o C com mais noites de orvalho e orvalho moderado em climas húmidos. Requer sol brilhante (> 9 h dia-1), tempo seco moderado com humidade relativa entre 60 e 40% à tarde.

A influência das mudanças climáticas na incidência de pragas no caju foi estudada por Godse et al. (2005) e Rupa et al. (2012), o caju é severamente infestado por uma praga sugadora; o percevejo. O período de pico de infestação coincidiu com níveis mínimos de humidade relativa de 52% e uma temperatura mínima baixa de 19,4oC (Rupa et al., 2012). O caju responde bem à água e aos nutrientes (Rejani & Yadukumar, 2010). As condições de seca reduzem drasticamente a produção de castanha de caju. Estudos anteriores indicam que há pesquisadores que já definiram os critérios para selecção de locais para o caju (Devanandam, 1983 e Mishra, 1984).

2.5.5. Adequação global esperada para castanha de caju, devido às mudanças climáticas

Segundo ***Grüter et al. (2022),*** os modelos de adequação revelam que, dependendo da região, podem ser observadas mudanças tanto positivas quanto negativas na adequação do caju. No total, as áreas de alta adequação aumentam em cerca de 17% globalmente, e as áreas de adequação moderada e marginal em 2 – 13%. Espera-se que as áreas inadequadas diminuam ligeiramente globalmente (tabela 3 e 4). As principais regiões de mudança positivas são os EUA, a América do Sul, a África Oriental, a África do Sul, Angola, o norte da Índia, o Vietname, a China e a Austrália. Principalmente, o aumento das temperaturas mínimas do mês mais frio e, em algumas regiões (por exemplo, África Oriental, Angola, Austrália).

Tabela 3. Exigência biofísica do cajueiro (Grüter et al, 2022).

	CAJU			
Critérios	**Altamente adequado**	**Moderadamente adequado**	**Marginalmente adequado**	**Inadequado**
Clima				
Temperatura media anual (oc)	24-28	28-31 20-24	31-34 15-20	>34 <15
Temperatura mínima media do mês mais frio (oc)	>10	10-Aug	8-Apr	<4
Precipitação media anual (mm)	1000-2250	2250-3200 800-1000	3200-4500 500-800	>4500 <500
Duração da estacão seca (meses)	0-4	5-Apr	6-May	>6
Humidade relativa media do mês mais seco (%)	>30	25-30	20-25	<20
Terra e solo				
Superfícies artificiais (tipos)	0,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	-	-	1
Áreas protegidas (Categoria)	-	-	-	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
Declive (%)	0-8	16-Aug	16-30	>30
Textura do solo (Classe USDA)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	-	12	-
Fragmentos grosseiros (vol %)	0-15	15-35	35-55	>55
Carbono orgânico do solo (%)	>0.8	0.5-0.8	0.1-0.5	<0.1
PH do solo	5.2-7.0	7.0-7.5 4.8-5.2	7.5-8.0 4.5-4.8	>8 <4.5
Salinidade do solo (ECe)	0-2	3-Feb	4-Mar	>4

Tabela 4. Classificação ambiental para o cultivo de caju (Rupa et al, 2013).

Parâmetros	Muito Bom		Bom	Razoável	Inadequado
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V
Altitude (m)	20	20-120	120-450	450-750	
Precipitação (mm/Ano)	1500-2000		1300-1500	1100-1300	900-1100
Proximidade ao oceano (km)	<80	80-160	160-240	240-320	
Temperatura Máxima	28-32	32-33	33-34	34-35	
Temperatura Mínima	19	18-19	17-18		15-17
Humidade relativa (%)	70-80	65-70	60-65		50-60
Ocorrência de Geadas	Nenhuma	Nenhuma	Muito raro	Uma Vez em 5 anos	

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A Província de Gaza localiza-se na região sul de Moçambique (figura 4), ocupa 75.334 km² e apresenta 292.974 habitantes, de acordo com o Censo (2017). A província subdivide-se em 14 distritos, faz fronteira com a província de Manica a norte, Inhambane a nordeste, Maputo e a África do Sul a sul, e o Zimbabwe a oeste. Possui 200 km de litoral ao sudeste, banhados pelo Oceano Índico, e é atravessada pelo rio Limpopo, que constitui um elemento estruturante do território, exerce forte influência sobre o povoamento, as actividades económicas e a dinâmica de riscos naturais, sobretudo cheias e inundações (Governo da Província de Gaza, 2022).

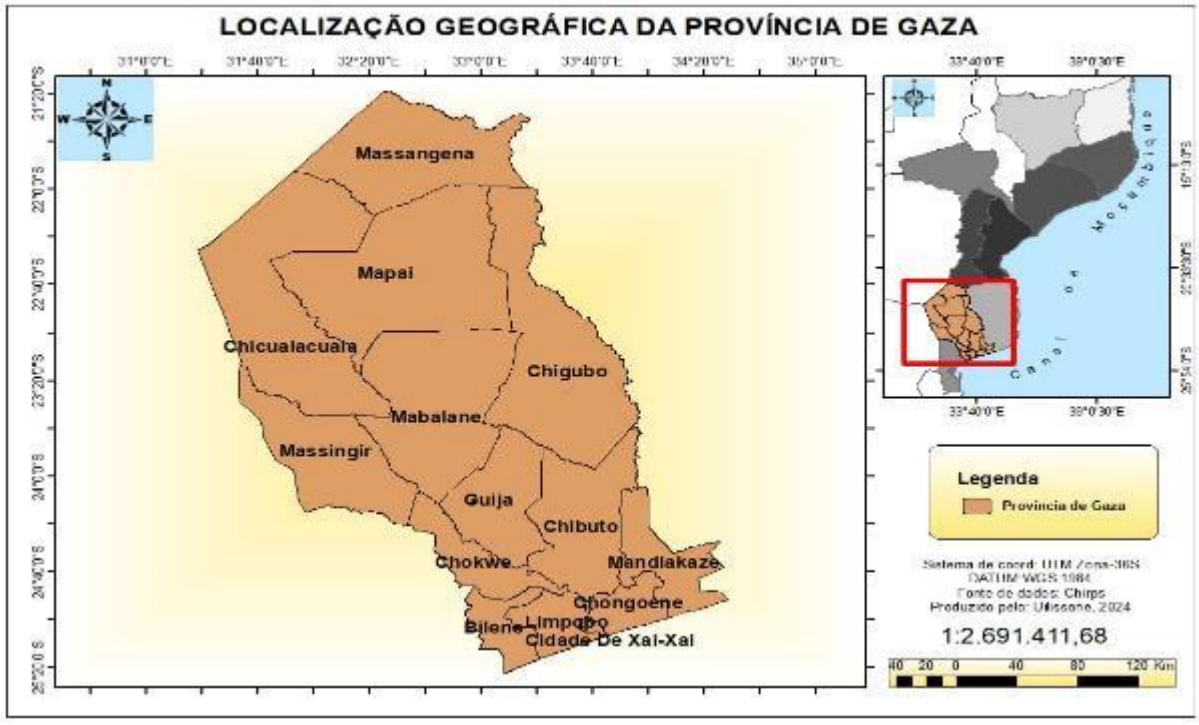


Figura 4. Mapa da área de estudo

Do ponto de vista climático, apresenta um clima predominantemente tropical, com variações entre sub-húmido na faixa costeira e semiárido no interior, condicionado pela continentalidade e pela proximidade do Oceano Índico. A temperatura média anual varia entre 23 e 26 °C, podendo as temperaturas máximas ultrapassar 40 °C durante o verão, enquanto o inverno são relativamente amenos. A precipitação é fortemente sazonal, concentrando-se na estação chuvosa de Novembro a Março, sendo o período de Abril a Outubro marcadamente seco. Os totais anuais de precipitação variam entre 800 e 1 000 mm

nas zonas costeiras, podendo ser inferiores a 400 mm no interior, com elevada variabilidade inter-anual. A humidade relativa média situa-se em torno de 74 %, sobretudo durante a estação chuvosa (INE, 2021; INAM, 2019).

3.2. Dados Climáticos

Para a elaboração do presente trabalho, foram utilizados dados de precipitação acumulada mensal e de temperatura média mensal da área de estudo, em formato CSV, correspondentes ao período de 1993 a 2022, obtidos a partir da plataforma **Climate Engine**, utilizando a base de dados climáticos da **Terra Climate** (Tabela 5).

Tabela 5. Descrição dos dados climáticos (*https://climateengine.org/*).

Variáveis	**Período**	**Cobertura geográfica**	**Frequência temporal**	**Resolução espacial**	**Fonte**
Temperatura média (°C)	1993-2022	Província/ Distrito	Mensal	0.04° × 0.04°	CRU
Precipitação total (mm),	1993-2022	Província/ Distrito	Mensal	0.04° × 0.04°	CRU

Dados de produção da castanha de caju da província de Gaza, do período de 1995 a 2022, foram fornecidos pelo Instituto de Amêndoas de Moçambique (IAM, IP) e extraídos da plataforma FAOSTAT do período de 1993 a 2022.

3.3. Impacto das mudanças climáticas na fenologia e produtividade do cajueiro

Considerando a limitação de dados fenológicos históricos que permitam a realização de correlações directas, o estudo adoptou parâmetros climáticos de referência para a análise, citados por Aguiar & Costa (2002), onde o cajueiro apresenta melhor desempenho em regime de sequeiro na faixa de precipitação anual entre 800 e 1 500 mm, distribuída ao longo de 5 a 7 meses e seguida de um período seco bem definido, faixa térmica entre 24 °C e 27 °C a mais favorável ao seu desenvolvimento e frutificação. De forma complementar, os parâmetros de adaptabilidade definidos pela Directorate of Cashew Research (DCR), conforme Rupa (2013), indicam produtividade máxima sob precipitação média anual entre 600 e 1500 mm e temperatura média anual entre 22,5 °C e 27,5 °C. Considerando que os valores térmicos da área de estudo se enquadram nesses intervalos, a precipitação mínima recomendada foi adoptada como o principal parâmetro limitante para avaliar a viabilidade climática do cultivo do cajueiro na região. De forma convergente, o CABI (s.d.) e Masawe (2020) destacam que o

cajueiro exige de 4 a 7 meses de estação seca para indução floral eficiente, seguida por um período chuvoso suficiente para o enchimento dos frutos.

3.4. Identificação e análise das estratégias de adaptação actualmente utilizadas pelos agricultores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas em Gaza

Recorreu-se à entrevista semiestruturada, aplicada aos produtores de caju dos distritos de Manjacaze, Chibuto, Bilene e Chongoene, que são os distritos de referência da província de Gaza (IAM, IP, 2023). Foi utilizada uma amostra intencional multi-etápica e não probabilística, devido à acessibilidade dos entrevistados e ao seu conhecimento pelo tópico em questão (cultivo de caju versus mudanças climáticas). A metodologia usada é recomendada por Chichongue et al; (2015) e Sarantakos, (1998), nas suas pesquisas.

A escolha de uma amostra proposital foi motivada pelo interesse do pesquisador, em recolher dados com os produtores mais influentes e interessados pelo desenvolvimento da cultura de caju, a necessidade de localizar todos os casos qualificados em cada distrito, recursos escassos financiados pelo próprio pesquisador. A população foi de 100 agregados familiares, sendo 25 em cada distrito seleccionado.

A análise estatística foi realizada na IBM SPSS Statistics 26, utilizado para a organização e análise de dados climáticos e agrícolas, aplicação de estatística descritiva e inferencial e avaliação das relações entre variabilidade climática e produção agrícola.

No âmbito desta pesquisa foram utilizados dois métodos estatísticos complementares, o teste t de Student e a regressão linear, com o objectivo de avaliar diferenças significativas ao longo do tempo e identificar tendências climáticas associadas à produção de caju.

O teste t de Student foi utilizado para comparar médias de temperatura e precipitação entre diferentes períodos, permitindo confirmar se as variações observadas são estatisticamente significativas, baseia-se na comparação das médias e na variabilidade dos valores dentro de cada grupo. Quando o valor-p (Sig.) é inferior a 0,05, conclui-se que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa. A regressão linear, por sua vez, foi aplicada para identificar tendências ao longo do tempo, quantificando a taxa de aumento ou redução das variáveis climáticas (Montgomery & Runger, 2014).

3.5. Métodos

Para análise climática, foram utilizados dados de precipitação (mm/mês) e temperatura média mensal (°C) referentes ao período em estudo

A precipitação média mensal ($\bar{P}_m$) e a temperatura média mensal ($\bar{T}_m$) foram calculadas, segundo as expressões:

$$\bar{P}_m = \frac{1}{K}\sum_{y=1}^{K} P_{m,y}$$

$$\bar{T}m = \frac{1}{K}\sum_{y=1}^{K} T_{m,y}$$

onde: $\bar{P}_m$ - representa a precipitação média do mês m;

$p_{m,y}$ - Precipitação observada no mês m do ano y

$\bar{T}_m$ -Temperatura média do mês m;

$T_{m,y}$ -Temperatura média mensal no ano y

K- Corresponde ao número de anos analisados

A partir dos valores mensais, foram ainda obtidas as médias anuais de precipitação e temperatura, por meio das expressões:

$$\bar{P}y = \frac{1}{12}\sum_{m=1}^{12} P_{m,y}$$

$$\bar{T}y = \frac{1}{12}\sum_{m=1}^{12} T_{m,y}$$

Para a precipitação, calculou-se o total anual acumulado

$$\boldsymbol{P_y^{total} = \sum_{m=1}^{12} P_{m,y}}$$

3.5.1. Análise de séries temporais

Foram gerados gráficos de linha para visualizar a evolução anual da temperatura e precipitação.

Aplicou-se uma regressão linear simples para avaliar a tendência estatística (aumento ou redução) ao longo dos anos:

$$Y = aX + b$$

Onde

Y -Representa a variável climática (temperatura ou precipitação);

X -Representa o ano;

a -É o coeficiente angular (indica aumento ou redução);

b -É o intercepto da recta.

3.5.2. Cálculo de anomalias

Com o objetivo de avaliar a variabilidade climática e os desvios em relação às condições médias de referência, calcularam-se as anomalias de precipitação e de temperatura.

As anomalias foram determinadas a partir da diferença entre os valores observados e as médias climatológicas de referência, obtidas com base na série histórica de dados (1993–2022).

$$A_T = T_{obs} - \bar{T}_{ref}$$

$$A_P = P_{obs} - \bar{P}_{ref}$$

A_T: -Anomalia de temperatura (°C);

T_{0bs}:-Temperatura observada (°C);

$\bar{T}_{\text{ref}}$:-Temperatura média climatológica de referência (°C).

A_P: -Anomalia de precipitação (mm);

$\bar{P}_{ref}$: -Média climatológica de precipitação (mm).

3.5.3. Para avaliar os impactos das mudanças climáticas na fenologia e productividade do cajueiro

Fez-se a correlação das séries históricas de temperatura e precipitação da província de Gaza com as fases de floração e frutificação do cajueiro, foi possível verificar até que ponto as tendências de aquecimento e a irregularidade das chuvas estão a modificar o clima, e as condições consideradas óptimas para o bom desempenho da cultura de caju, (Tabela 6).

Tabela 6. Feno fases do cajueiro versus Variáveis climáticas.

Fenofase do cajueiro	Período (meses)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Implicação agronómica
Brotamento	Abril-Junho	22–25 °C		Estresse hídrico moderado favorece a brotação; secas prolongadas reduzem o vigor e prejudicam a formação da copa.
Indução floral	Junho-Agosto	20–24 °C		Seca moderada favorece a floração; seca severa e calor excessivo reduzem a emissão de flores.
Floração	Agosto-Outubro	23–27 °C		Humidade excessiva aumenta a incidência de doenças; seca extrema compromete a fixação floral.
Frutificação (formação da castanha e maçã)	Outubro-Dezembro	25–28 °C		Chuvas regulares favorecem o enchimento dos frutos; excesso de chuva e calor aumenta doenças e perdas.
Maturação dos frutos / Colheita	Novembro-Março	24–27 °C		Chuvas intensas aumentam perdas e dificultam a secagem; temperaturas amenas favorecem a qualidade da castanha.
Senescência / Queda de folhas	Maio-Agosto	19–23 °C		Secas severas aceleram a queda de folhas, reduzindo a fotossíntese e comprometendo a reciclagem de nutrientes.

3.5.4. Para a identificação e análise das estratégias de adaptação atualmente utilizadas pelos agricultores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas em Gaza

Foi usado o questionário (anexo 8.1), cuja amostra foi de 100 produtores de caju, dos distritos de Manjacaze, Chibuto, Chongoene e Bilene, com o seguinte perfil: 53% do sexo feminino e 47% do sexo masculino, faixa etária (64%) idosos, (30,%) adultos e (6%) jovens. 74,% possuem o ensino primário, 12%, o secundário e 14,% o superior, como mostra a figura 05 a baixo. Refle uma população envelhecida, educação básica predominante, com vasta experiência, mas susceptível a limitações físicas e risco de perda de conhecimento devido à baixa sucessão geracional e pode limitar o acesso à informação técnica, embora a presença de produtores mais instruídos represente potencial para a disseminação de práticas agrícolas adaptativas e inovadoras.

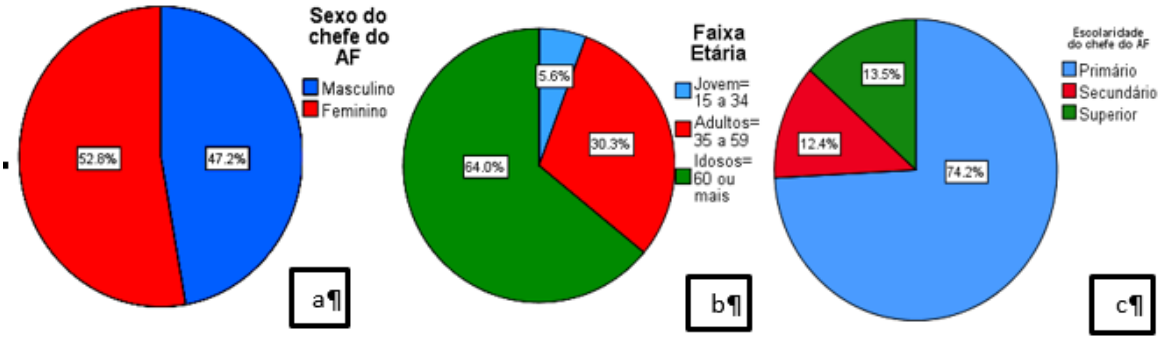


Figura 5. Perfil Sociodemográfico dos Produtores da província de Gaza

Tabela 7. Testes estatísticos e procedimentos no SPSS.

Situação	**Tipo de Teste**	**Finalidade**	**Menu no SPSS**
Comparar duas médias históricas (ex.: 1993–2007 vs 2008–2022)	t de Student para amostras independentes	Ver se há diferença entre períodos	Analyze > Compare Means > Independent Samples T Test
Ver se existe tendência temporal contínua	Regressão linear	Detetar tendência	Analyze > Regression > Linear
Comparar média observada com valor histórico de referência	t de Student para uma amostra	Ver se a média difere de um valor padrão	Analyze > Compare Means > One-Sample T Test.

3.5.5. Limitações do estudo

O presente estudo alcançou resultados relevantes sobre os impactos das mudanças climáticas na produção de caju na província de Gaza; contudo, enfrentou algumas limitações metodológicas e estruturais que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

A principal limitação refere-se à indisponibilidade de dados de produção de caju para um período de 30 anos na instituição reguladora. A ausência de registos consistentes ao nível distrital limitou a observação de tendências de longo prazo e dificultou a comparação entre zonas agro-ecológicas da província.

Do ponto de vista climático, o estudo foi condicionado pela escassez e irregularidade das estações meteorológicas em Gaza, o que reduziu a precisão espacial e temporal das observações locais. Essa limitação levou à dependência de bases de dados globais (TerraClimate), que, embora úteis, não captam de forma exacta as variações microclimáticas específicas de cada distrito.

Verificou-se também limitação de recursos técnicos e informáticos, nomeadamente a falta de equipamentos e software especializados para o processamento e projecção de dados climáticos. Tal restrição impediu a aplicação de modelos agro-climáticos locais e simulações detalhadas sobre a produtividade e fenologia do cajueiro.

Em conjunto, essas limitações evidenciam a necessidade de reforço institucional e tecnológico na recolha, organização e digitalização de dados agrícolas e meteorológicos em Moçambique. O fortalecimento da rede de observação climática e a integração de dados locais e regionais são essenciais para análises futuras mais precisas e sustentáveis.

Apesar dessas limitações, o estudo constitui um contributo significativo para o conhecimento científico e prático sobre os efeitos das mudanças climáticas na cultura do caju, fornecendo uma base sólida para investigações futuras com maior disponibilidade e qualidade de dados.

CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Padrões Climáticos da Provincía de Gaza (1993-2022)

4.1.1 Análise da Precipitação

Os resultados mostram média anual da precipitação de 567,1 mm, evidenciam o ano 2000 como o ano que registou a maior precipitação da história com aproximadamente 1400 mm, e contrastam com o ano 2015, que foi o ano que menos precipitou na região, com apenas 317,6 mm (figura 6). Os resultados revelam também um padrão sazonal claro de precipitação, a estação chuvosa que ocorre de Novembro a Março, com picos em Janeiro (~150 mm) e Fevereiro (~130 mm), enquanto a estação seca vai de Abril a Novembro, com o mínimo em Agosto (~13,9 mm). (Figura 7).

Segundo a classificação climática de Köppen, actualizada por Peel e McMahon (2007) em regiões tropicais, considera-se que um mês faz parte da estação chuvosa se a precipitação média mensal é igual ou superior a 60 mm.

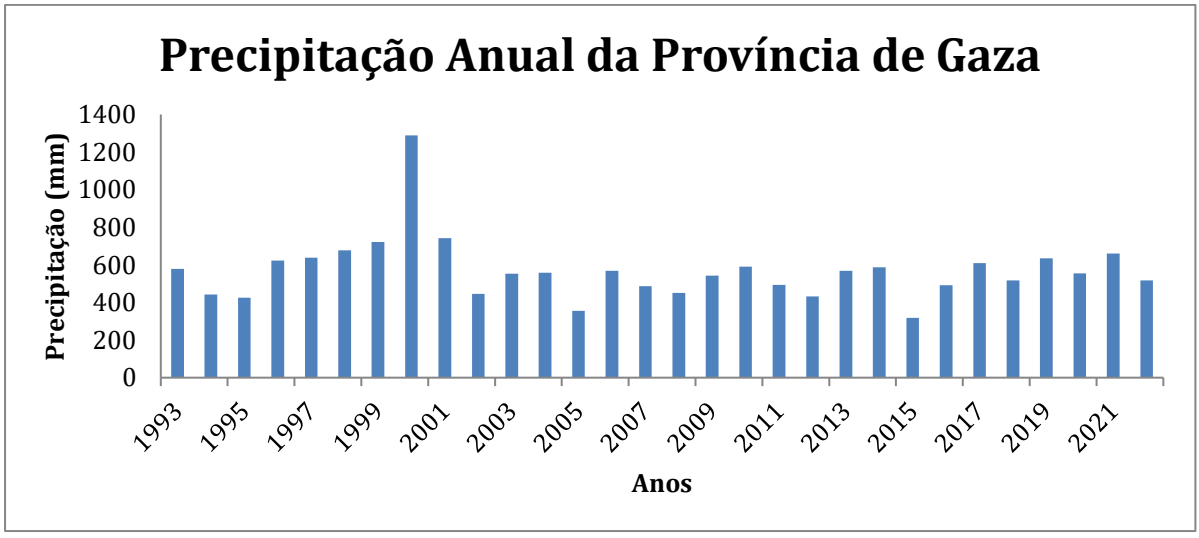


Figura 6. Distribuição da precipitação anual acumulada da Província da Gaza (1993-2022).

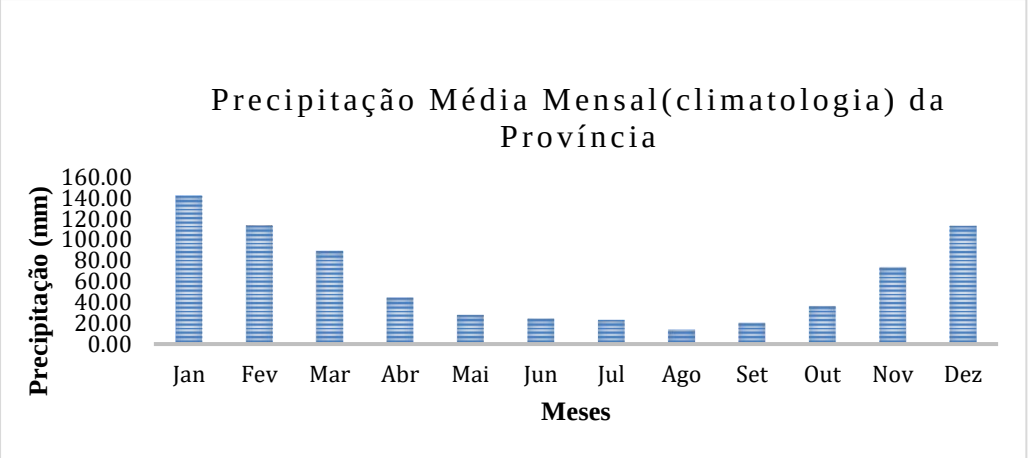


Figura 7. Precipitação Média Mensal da Província (1993-2022).

4.1.1.2 Anomalia e tendência de precipitação na região

As anomalias positivas refletem os anos mais chuvosos, enquanto as negativas indicam anos menos chuvosos (secas). Os resultados destacam o ano 2000, com o registo de extremo positivo da precipitação na região, e segundo Reason e Keibel (2004), este fenómeno esteve associado à ocorrência do fenómeno La Niña e em associação com o ciclone Eline, que provocou inundações devastadoras em Moçambique, Zimbábue e África do Sul.

As anomalias negativas destacam o ano 2015 como o extremo negativo, foi o ano com o registo de menor precipitação na região, indicando um ano de seca severa, o que, segundo Mazive (2018), indica que esse evento esteve associado à ocorrência do fenómeno El Niño 2015-2016, um dos mais fortes já registados em Moçambique (figura 8).

Os resultados mostram ainda que a precipitação anual acumulada apresenta tendência de redução ao longo do período 1993 – 2022, com um declínio estimado de 3 mm por ano.

No entanto, tanto o teste t de Student ($p = 0,2148$) quanto a regressão linear ($p = 0,3336$) mostram que esta redução não é estatisticamente significativa ao nível de 95% de confiança (Tabela 8).

Isto sugere que, embora exista uma tendência de decréscimo, a variação pode estar associada à variabilidade inter-anual da precipitação e não representa uma mudança estrutural comprovada no regime pluviométrico da província de Gaza, no entanto, o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5, 2014) destaca mudanças significativas nos padrões climáticos globais devido ao aquecimento global. A tendência de redução da precipitação observada, está alinhada com as projecções do IPCC para a África Austral (figura 9)..

Tabela 8. Resumo dos teste de significância da variável climática Precipitação.

Indicador	Resultado
Média 1993–2007	602,13 mm
Média 2008–2022	532,15 mm
Diferênça	– 69,99 mm (redução)
Teste t student (p)	0,2148 → não significativa (p > 0,05)
Tendência linear	– 3, mm/ano
Regressão linear (p)	0,3336 → não significativa (p > 0,05)

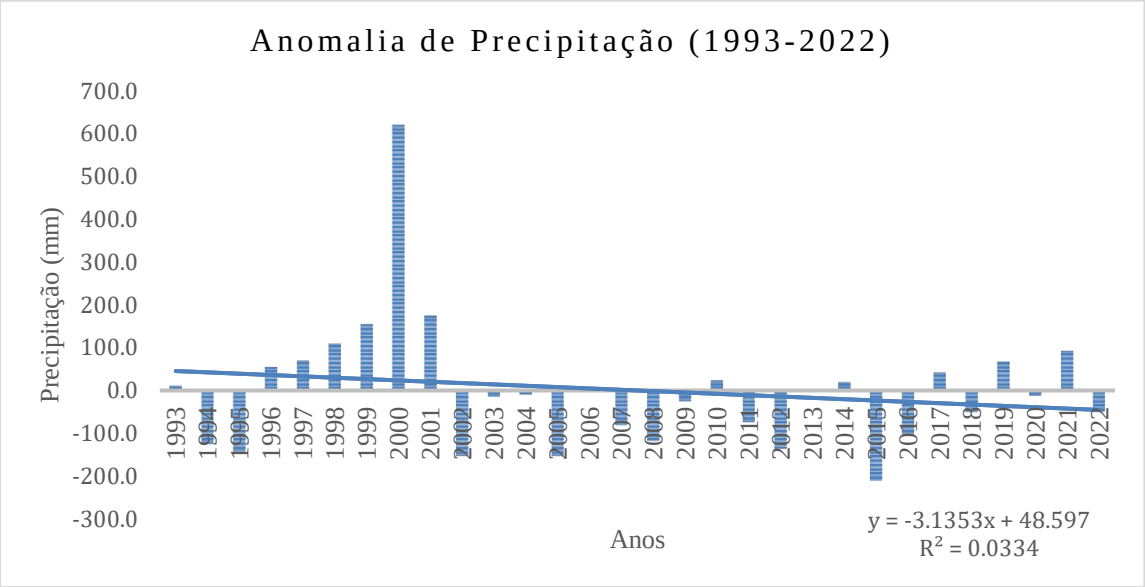


Figura 8. Anomalia de Precipitação da província de Gaza (1993-2022).

4.1.2 Análise da Temperatura

Os resultados da análise mostram aumento gradual da temperatura, passando a média anual de 24,5°C para 25°C, o ano com registo de temperatura mais baixa foi 1992 com uma média de 23,7 e o ano com registo de temperatura mais alta foi 2005 com uma média de 25,2 regista-se um aquecimento progressivo na região (figura 8). Esse padrão reforça os sinais das mudanças climáticas, relatadas pelo relatório do IPCC, publicado em 2014. Esse relatório destaca que o aquecimento global é inequívoco e que as temperaturas médias globais estão a subir devido ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa. A mesma conclusão também foi constatada por Mavume. et al (2021), no estudo sobre projecções de mudanças climáticas para Moçambique, baseado nos Caminhos de Concentração Representativos (RCPs).

O clima da região apresenta variações sazonais claras segundo os resultados, com inverno mais frios (Junho-Julho), atingindo médias mínimas de 19,5°C, e Verões quentes (Novembro-Fevereiro), com temperaturas acima de 27°C. Dezembro destaca-se como o mês mais quente, com média de 27,6°C. Essas oscilações reflectem a influência directa das estações do ano no comportamento térmico local (figura 10).

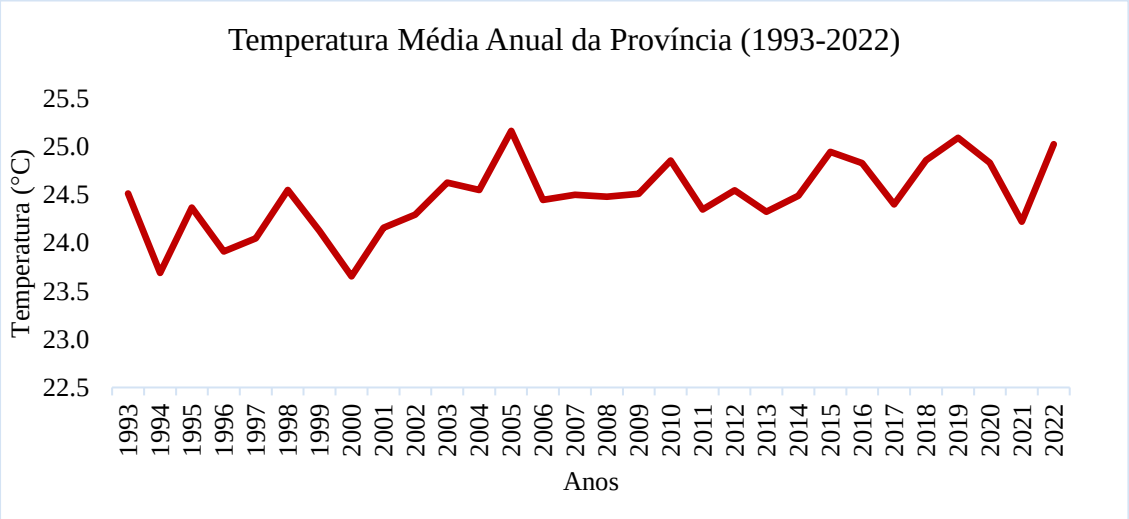


Figura 9. Temperatura média anual da província (1993-2022).

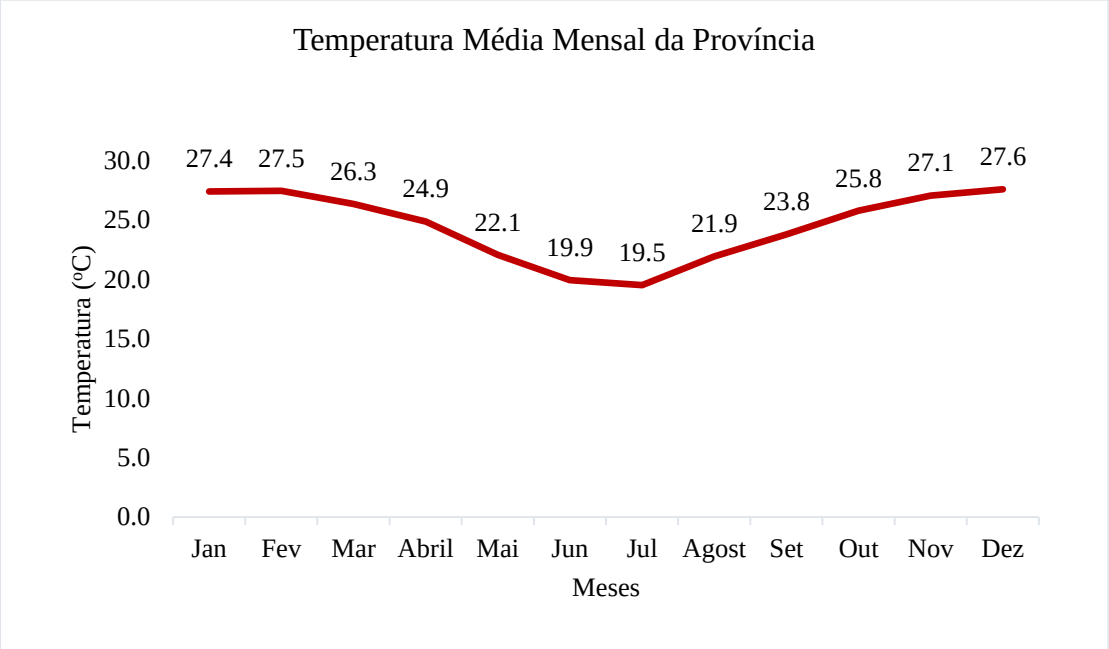


Figura 10. Temperatura Média Mensal da Província de Gaza (1993-2022).

4.1.2.1 Anomalia e tendência da temperatura ao longo do período em análise na região

Anomalias positivas reflectem anos com registo de temperatura mais alta que a média histórica e as negativas reflectem anos com registo de temperatura baixa em relação à média histórica. Os resultados revelam uma tendência clara de aumento da temperatura na região entre no período em análise. Antes do ano 2000, predominavam anos mais frios; após esse período, os anos mais quentes tornaram-se frequentes. O coeficiente angular positivo (+0,0255) indica um acréscimo médio de 0,025°C por ano, reforçando o cenário de aquecimento progressivo (figura 10). Essa tendência está alinhada com os relatórios do IPCC (2014), que atribuem o aquecimento global às emissões de gases de efeito estufa agravada pelas actividades humanas. Vide a figura 6 a baixo

Os resultados do teste t de Student indicam que houve um aumento significativo da temperatura média anual entre os períodos 1993 – 2022 ($p < 0,05$). A análise de regressão linear confirma essa tendência de aquecimento, com uma taxa de incremento estimada em 0,03 °C por ano (Tabela 9). Estes resultados corroboram a hipótese de que a província de Gaza tem experimentado um aquecimento climático estatisticamente verificável nas últimas três décadas, consistente com as projecções do IPCC (2021) e o INAM,IP (2023), o aumento das temperaturas médias em Moçambique tem sido mais acentuado durante as últimas duas décadas, principalmente nas regiões semiáridas, onde a evapotranspiração elevada e a escassez de humidade amplificam os efeitos do aquecimento.

Tabela 9. Resumo dos testes de significância da variável climática Temperatura.

Indicador	Resultado
Média 1993–2007	24,7 °C
Média 2008–2022	25,4 °C
Diferença	+ 0,7 °C (Aumento)
Teste t student (p)	0,034→ significativo ($p < 0,05$)
Regressão linear (p)	0,012 → significativo ($p < 0,05$)

O aumento da temperatura média em Gaza tem implicações directas sobre o sistema agrícola local, particularmente na cultura do caju, que é sensível a extremos térmicos prolongados. O calor excessivo pode afectar a floração, frutificação e produtividade, sobretudo quando combinado com a redução das chuvas observada nos mesmos períodos.

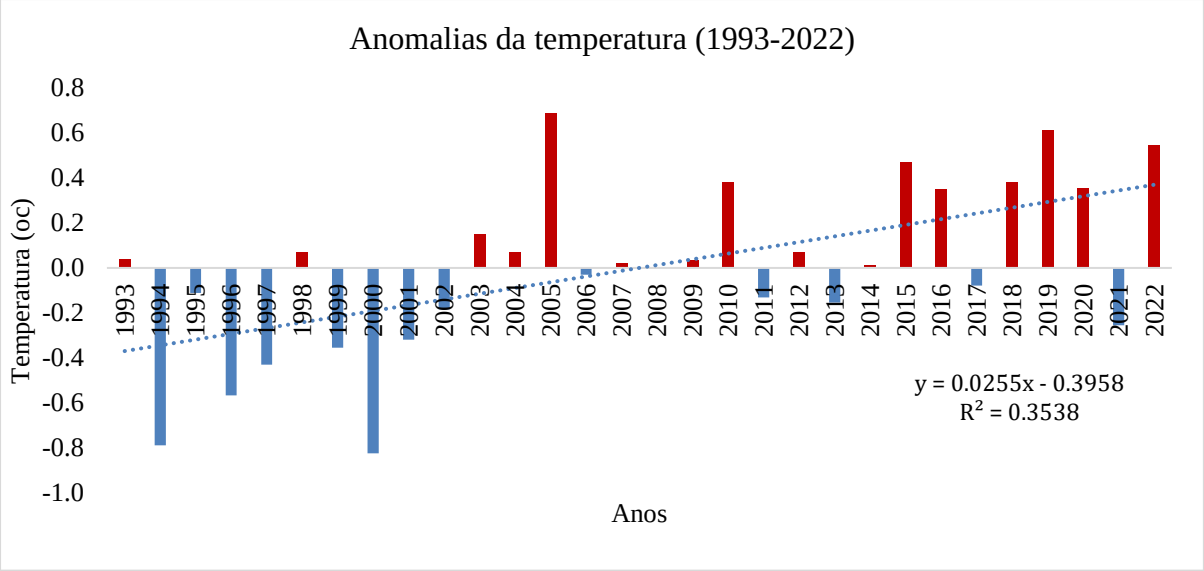


Figura 6. Anomalías da temperatura anual da província de Gaza.

4.2. Estudo dos impactos das mudanças climáticas na fenologia e na produtividade do cajueiro

4.2.1. Impacto nas Fases Fenológicas do Cajueiro

O gráfico da anomalia de precipitação, calculada com base nas necessidades mínimas para o cajueiro (600 mm), recomendadas pelos estudos de adaptabilidade (DCR, 2022); e Rupa (2013), revela uma elevada variabilidade inter-anual ao longo dos 30 anos, (figura 8). Observa-se que o ano de 2000 foi atípico, com precipitação muito acima do valor de referência, reflectindo-se numa anomalia positiva acentuada, enquanto a maioria dos restantes anos apresentou valores negativos, indicando precipitação inferior às necessidades mínimas da cultura. Destaca-se o período entre 2003 e 2018, caracterizado por sucessivas anomalias negativas, com 2015 a registar um dos maiores défices hídricos, próximo de -250 mm

A revelação tem implicações directas sobre a produção de cajueiros. A cultura depende de uma precipitação anual mínima de 600 mm para assegurar desenvolvimento adequado, floração e frutificação estáveis. No entanto, a recorrência de anomalias negativas, sobretudo no período de 2003 a 2018, indica que em muitos anos a precipitação ficou abaixo deste patamar, traduzindo-se em períodos de estrese hídrico que afectaram negativamente a produção.

Na prática, esta instabilidade climática ajuda a explicar os baixos níveis de produção que a província tem registado. Embora Moçambique seja historicamente um dos maiores produtores africanos de castanha de caju, com grande importância socioeconómica para

milhares de pequenos agricultores, a produção tem permanecido bastante aquém do potencial. Estima-se que a maioria das árvores produza 3 a 5 kg de castanha por ano, quando em condições agro-climáticas favoráveis e com bom maneio, poderiam alcançar mais de 10 kg por árvore (Costa & Delgado, 2019). Este défice está fortemente associado às variações e insuficiências da precipitação, como mostra o gráfico.

Adicionalmente, anos de chuvas muito acima da média, como 2000, também não garantem rendimentos elevados, pois precipitações excessivas aumentam a incidência de pragas e doenças, prejudicam a polinização e afectam a qualidade da castanha. Assim, tanto a falta como o excesso de chuva constituem riscos significativos para a produção.

Deste modo, o padrão revelado pelo gráfico confirma que a irregularidade e a tendência de declínio da precipitação são factores determinantes na limitação da produção de caju na província. Em paralelo a outros constrangimentos, como o envelhecimento dos cajueiros, práticas agrícolas pouco melhoradas e incidência de pragas, a variabilidade climática surge como uma das principais causas da instabilidade da produção da província e nacional.

Perante este cenário, é fundamental investir em estratégias de adaptação e resiliência climática, incluindo a introdução de variedades mais resistentes à seca, a renovação dos pomares, práticas de conservação de água e solo, e o uso de previsões climáticas para orientar o calendário agrícola. Sem tais medidas, a produção continuará vulnerável, limitando a capacidade de o país aproveitar plenamente o seu potencial como um dos líderes regionais no sector do caju.

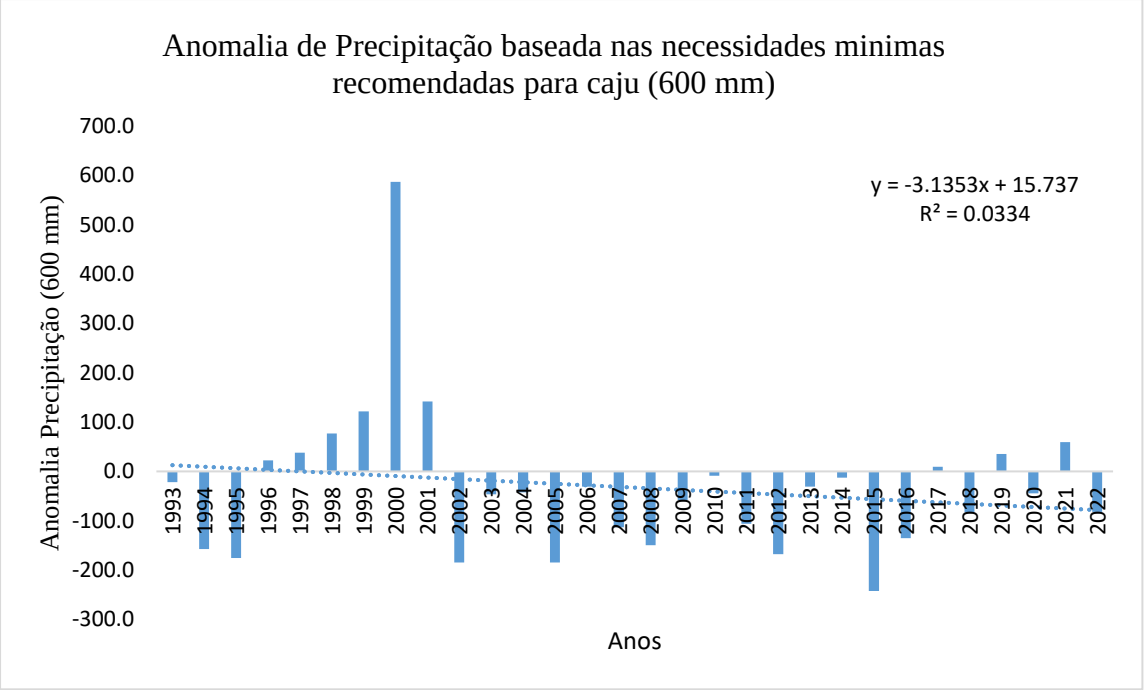


Figura 11. Anomalia de Precipitação baseada nas necessidades mínimas recomendadas para caju (Ramos, A. D., et al. 1996; Rupa et al. 2013; Grüter et al. 2022).

4.3. Identificação e análise das estratégias de adaptação atualmente utilizadas pelos agricultores para mitigarem os efeitos das mudanças climáticas

Os resultados mostram que os produtores da província de Gaza possuem uma elevada percepção sobre a mudança do clima, sendo que 100% reconheceram o aumento da temperatura, maior frequência das secas; e 99% indicaram maior irregularidade da precipitação comomostra a figura 12 a baixo. Esta percepção confirma que as mudanças climáticas são reconhecidas de forma directa no contexto produtivo, reforçando a relevância do conhecimento dos produtores para a adaptação climática.

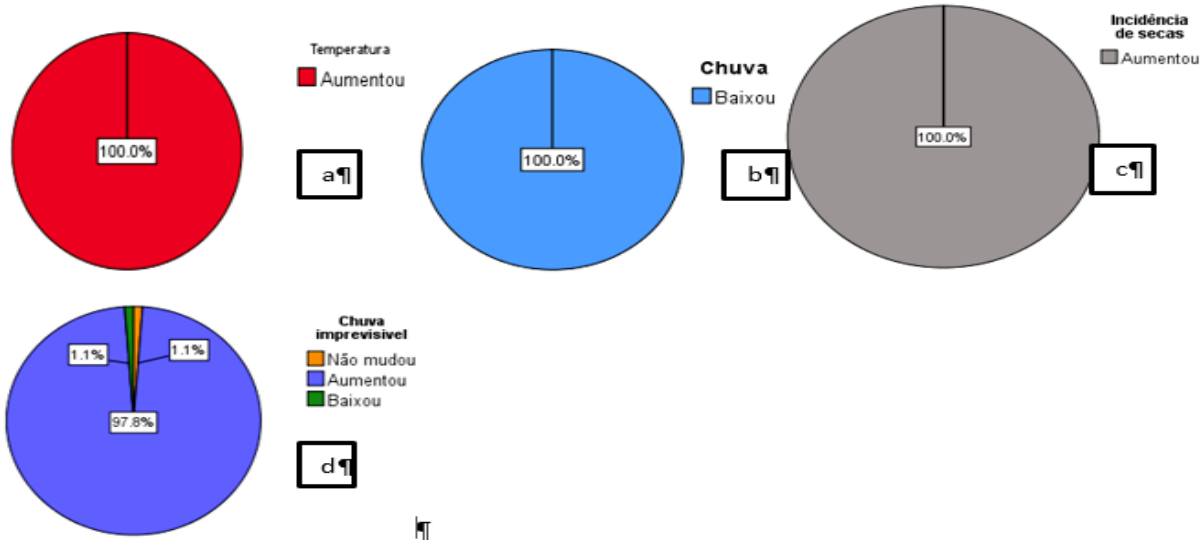


Figura 12. Percepção dos Produtores sobre as formas de Mudanças Climáticas.

Os impactos dessas alterações manifestam-se de forma significativa nos sistemas produtivos, com 91% dos produtores a reportarem redução do rendimento agrícola, 99% a indicarem aumento de pragas e doenças, 72% a referirem escassez de água e 96% a reconhecerem efeitos directos na quantidade e qualidade da produção da castanha de caju figura 13 a baixo. Estes resultados evidenciam a elevada vulnerabilidade da agricultura de sequeiro face à variabilidade climática.

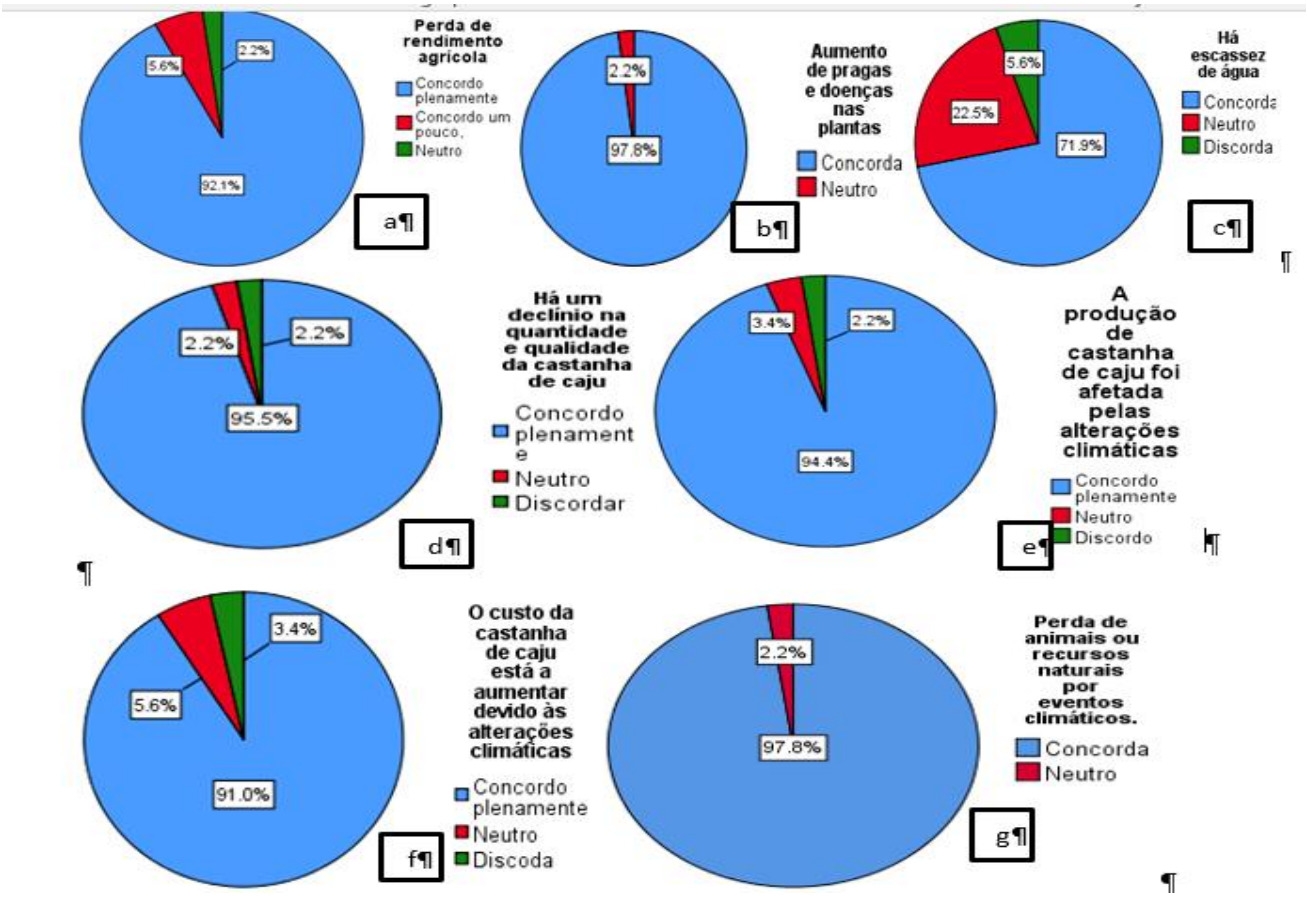


Figura 13. Percepção dos produtores sobre os efeitos da mudança clima.

Face a esses impactos, os produtores adoptaram estratégias de adaptação, destacando-se o ajustamento do calendário agrícola (94%), a diversificação de culturas (100%), o recurso à assistência técnica (83%) e a adopção de cajueiros enxertados (97%). No entanto, a eficácia dessas estratégias é limitada pela ausência de sistemas de irrigação (100%), pela fraca adopção de tecnologias de captação de água (60%) e pela forte dependência da agricultura como principal meio de subsistência (89%) figura 14 abaixo. Contudo, a maioria das estratégias adotadas é de caráter reativo, enquanto estratégias que exigem maior investimento, como irrigação e infraestrutura de armazenamento de água, permanecem pouco acessíveis. Os produtores reconhecem as alterações climáticas e procuram ajustar as suas práticas, mas enfrentam limitações relacionadas com acesso à água, formação, tecnologias, infraestrutura e assistência técnica.

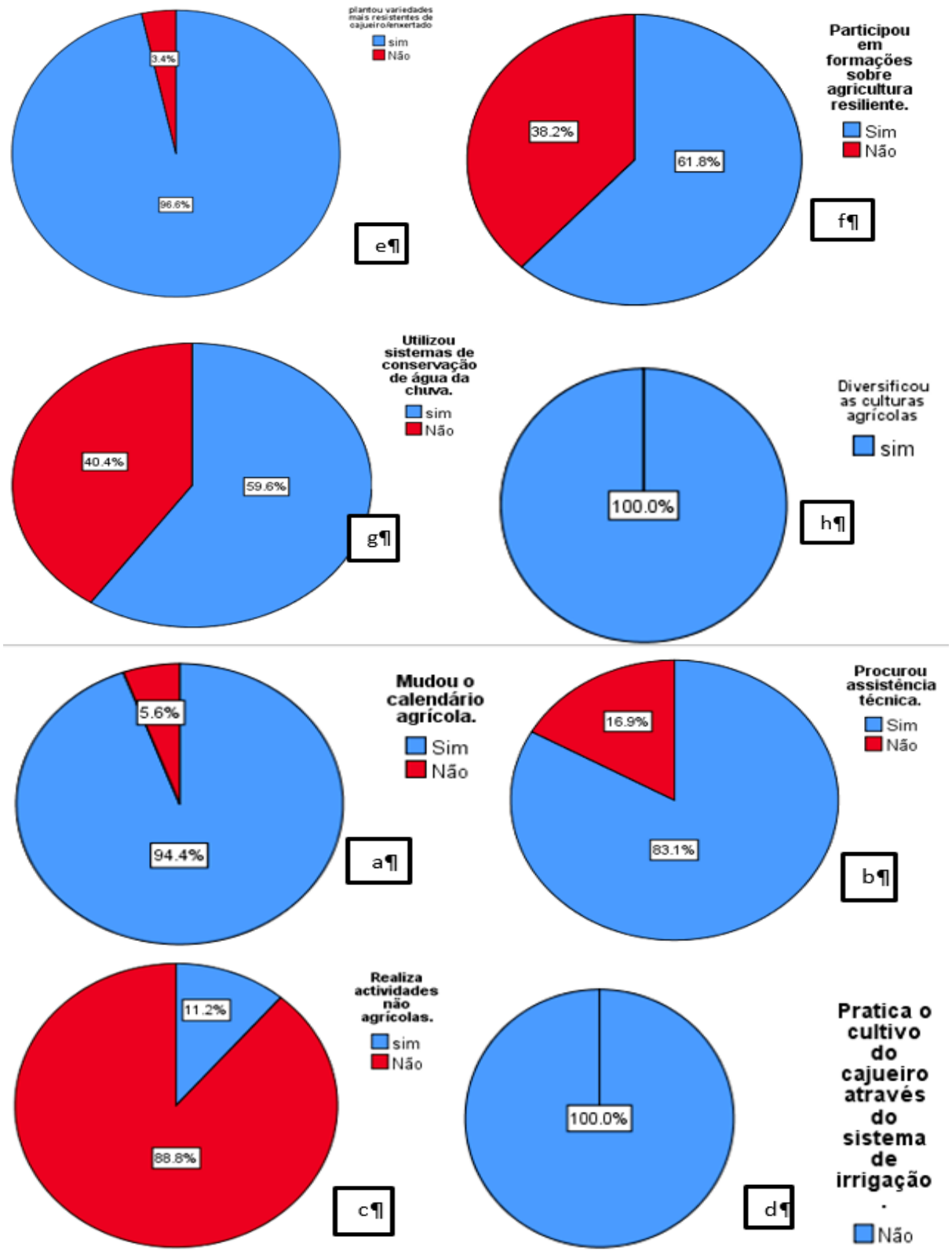


Figura 14. Estratégias de adaptação adotadas pelos produtores de caju face às mudanças climáticas na província de Gaza.

Os resultados apresentados na Tabela 10 mostram uma perceção predominantemente positiva dos produtores relativamente aos efeitos das medidas de adaptação adotadas. A totalidade dos produtores (100%) concordou que a adoção dessas medidas contribuiu para a melhoria da segurança alimentar das famílias e comunidades produtoras.

Relativamente à capacidade de enfrentar as alterações climáticas, 89% dos produtores concordaram que esta melhorou após a adoção das medidas de adaptação. Este resultado foi seguido pela perceção de aumento da produção, indicada por 84% dos produtores.

No que diz respeito ao bem-estar das comunidades produtoras, 83% dos produtores concordaram que houve melhoria associada ao aumento da produção resultante das medidas adotadas. Por outro lado, 76% dos produtores concordaram que as medidas contribuíram para a redução das perdas de recursos naturais, constituindo este o indicador com menor nível de concordância entre os avaliados**.**

Tabela 10. Resultados de adaptação

Aumento da produção	84% Concorda
Houve uma melhoria no bem-estar	83% Concorda
A capacidade de enfrentar os efeitos das alterações climáticas melhorou	89% Concorda
Redução de perdas.	76% Concorda
O nível de segurança alimentar melhorou	100% Concorda

As principais limitações à adaptação incluem a insuficiência de recursos financeiros (98%), o acesso limitado a sementes adaptadas (91%), a carência de informação técnica actualizada (63%) e a distância aos serviços de apoio agrícola e aos mercados (55%). Embora o objectivo tenha sido alcançado, a adaptação actualmente praticada permanece reactiva e insuficiente, evidenciando a necessidade de reforço institucional, investimento em gestão hídrica e fortalecimento da extensão rural para aumentar a resiliência do sector do caju face às mudanças climáticas, figura 15 a baixo.

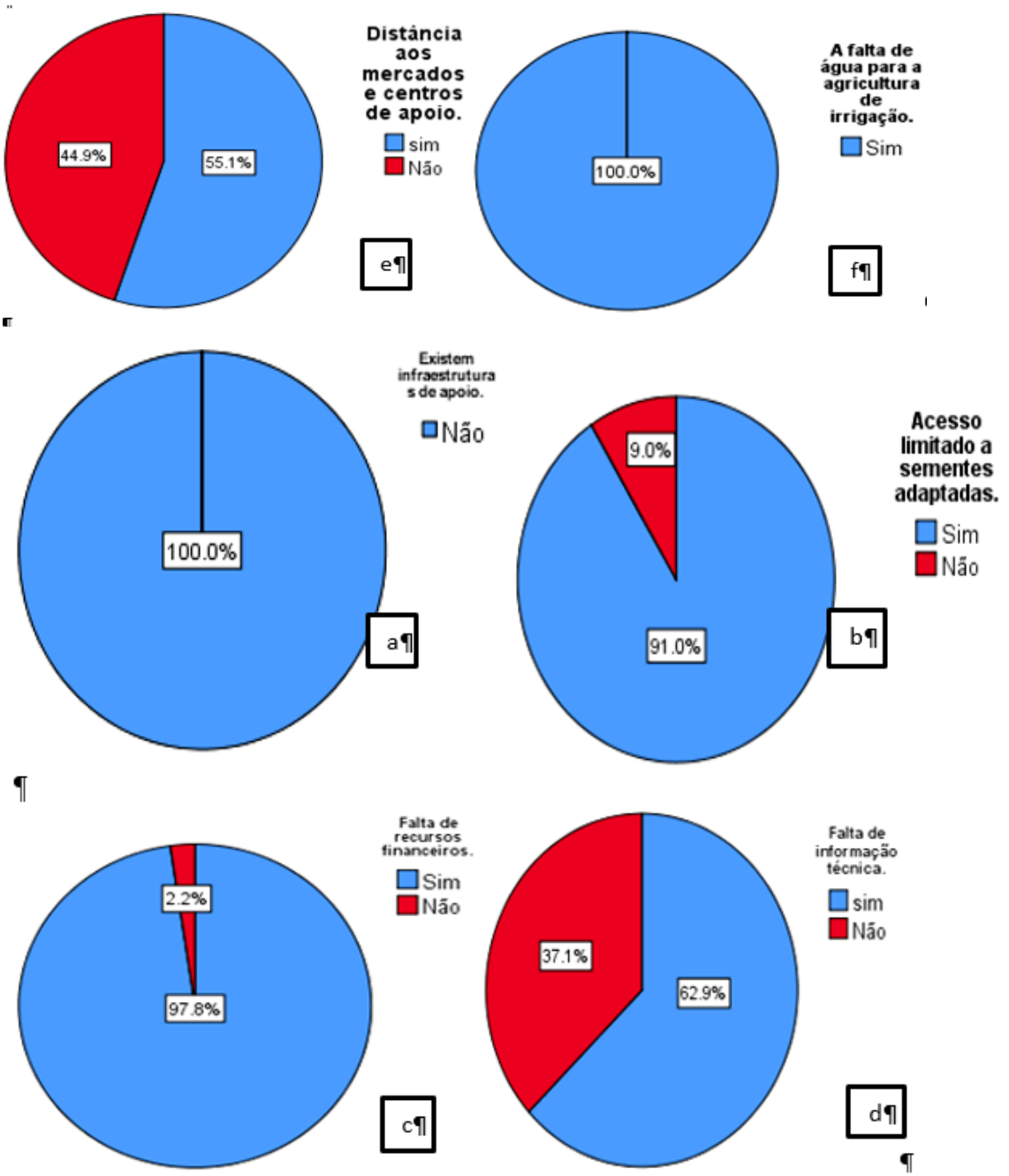


Figura 15. Desafios relatados pelos produtores de caju face às mudanças climáticas na província de Gaza.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

A análise das séries históricas (1993–2022) demonstrou aumento significativo da temperatura média anual (0,03 °C/ano), enquanto a precipitação apresentou tendência de redução (≈3 mm/ano), embora esta não tenha sido estatisticamente significativa. Observou-se elevada variabilidade da precipitação e maior ocorrência de secas agrícolas.

A variabilidade da precipitação e o aumento da temperatura afetaram negativamente a fenologia do cajueiro, comprometendo o desenvolvimento das fases fenológicas devido ao défice hídrico em períodos críticos e ao excesso de precipitação durante a maturação dos frutos. Essas condições favoreceram o aumento da incidência de pragas e doenças, contribuindo para a redução da produtividade e da qualidade da castanha.

Os produtores demonstraram elevada perceção das mudanças climáticas e adotam diferentes estratégias de adaptação, destacando-se a diversificação de culturas, alteração do calendário agrícola, utilização de variedades resistentes e procura de assistência técnica. Contudo, persistem limitações relacionadas com a escassez de água, reduzido acesso à irrigação, insuficiência de infraestruturas de apoio e fraca capacitação em agricultura resiliente.

Os resultados obtidos através da análise das séries climáticas foram consistentes com a perceção dos produtores, reforçando a evidência de que as mudanças climáticas têm influenciado negativamente a produção de caju na Província de Gaza.

A integração entre dados climáticos históricos e a perceção dos produtores permitiu compreender de forma abrangente os impactos das mudanças climáticas sobre a cultura do cajueiro.

5.2. Recomendações

O estudo recomenda um conjunto de acções prioritárias para reforçar a resiliência da produção de caju face às mudanças climáticas na província de Gaza. Em primeiro lugar, destaca-se a necessidade de fortalecer as práticas de adaptação agrícola, introdução de variedades tolerantes à seca, a renovação dos pomares envelhecidos e a adopção de técnicas de conservação de água e solo, melhorar a gestão integrada de pragas e doenças, acesso facilitado a insumos apropriados e capacitação dos produtores.

Outro eixo fundamental é o reforço do acesso à informação climática, através da expansão de serviços de previsão sazonal, sistemas de aviso prévio e calendários agrícolas ajustados ao contexto local. A extensão agrária deve ser fortalecida, aumentando o número e a capacidade técnica, com enfoque na agricultura inteligente face ao clima.

Por fim, recomenda-se a inclusão de programas de reabilitação de pomares e promoção da investigação agrícola, financiamento à adaptação climática para o sector agrícola, bem como o fortalecimento da coordenação institucional entre o governo, ONGs e centros de pesquisa,

nos planos e políticas públicas orientadas para a resiliência climática.

Investir em sistemas de irrigação de pequena escala e técnicas de captação e armazenamento de água para reduzir a dependência da precipitação.

Fortalecer os programas de monitorização climática e fitossanitária para apoiar a tomada de decisão dos produtores.

Promover estudos futuros que integrem projeções climáticas, modelação da produtividade e avaliação económica das estratégias de adaptação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ACA. (2017).*African Cashew Alliance Annual Report 2016*. https://www.africancashewalliance.com

Aguiar, M. de J. N., & Costa, C. A. R. (2002). Exigências climáticas. In L. M. Barros (Org.), *Caju: Produção: aspectos técnicos* (pp. 21–23). Embrapa Agroindústria Tropical / Embrapa Informação Tecnológica.

Andrade, A. J. P., Silva, N. M., & Souza, C. R. (2014). As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, 31*, 77–96.Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/download/32955/23041

Balogoun, I., Ahoton, E. L. (2016). Effect of climatic factors on cashew (*Anacardium occidentale* L.) productivity in Benin. *Journal of Earth Science & Climate Change, 7*(2), 329–338. Disponível em: https://www.omicsonline.org/peer-reviewed/effect-of-climatic-factors-on-cashew-anacardium-occidentale-lproductivity-in-benin-west-africap-68945.html

Barros, L. M.; Crisóstomo, J. R. (1995) – *Melhoramento genético do cajueiro* - parte de capítulo de livro.

Bello, D. O., Ahoton, L. E., & Aho, N. (2017). Climate change and cashew productivity in Benin (West Africa): Perceptions and endogenous measures of adaptation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 11*(3), 924–946. Disponível em https://agris.fao.org/search/en/records/6473afc12437ad1e5b938e9f

CABI. (s.d.). *Anacardium occidentale (cashew nut).* CABI Invasive Species Compendium.

Cardoso, J. E., & Viana, F. M. P. (2011). Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do cajueiro no Brasil. In R. Ghini, E. Hamada, & W. Bettiol (Eds.), Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil (pp. 161–176). Embrapa Meio Ambiente. http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56262/1/CLV11018.pdf

Climate Engine. (2025). ClimateEngine: Climate Data Platform. Reno: Desert Research Institute; University of Idaho; University of California, Merced, 2025. Disponível em: https://climateengine.org/

Costa, C., & Delgado, C. (2019). *The cashew value chain in Mozambique* (Jobs Working Paper No. 32). Washington, DC: The World Bank. https://doi.org/10.1596/31863

Cuadrat, J. M.; Pita, M. F. Climatología. 3. ed. Madrid: Ediciones Cátedra, 2004. Disponivel em

Davidson, E. A. (2009). The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. Nature Geoscience, 2(9), 659–662. https://doi.org/10.1038/ngeo608

Embrapa. (2009). *Zoneamento agrícola de risco climático: o caso do cajueiro (Anacardium occidentale L.).* Brasília, DF: Embrapa. Disponível em https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/325975/zoneamento-agricola-de-risco-climatico-do-cajueiro-anacardium-occidentale-l

Embrapa-CNPAT. (1996). *Caju* (Coleção Plantar – Série Vermelha: Fruteiras). Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

FAO. (2023). Cashew nut production – FAO/Our World in Data. 2023. Disponível em: https://archive.ourworldindata.org/20260119-235736/grapher/cashew-nut-production.html

FAO**. (2023)** FAOSTAT: Statistical Database. Roma: FAO, 2023. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/

FAO. (2018) SSA Report – Livelihoods, food security, and development processes in Sub-Saharan Africa.Washington,2018.Disponívelem: https://openknowledge.fao.org/entities/publication/865d26d7-b380-4bfc-866d-8ad65c7037b3

Freire, F. C. O., Cardoso, J. E., Viana, F. M. P., & Carvalho, L. H. (2002). Efeito da temperatura e do período de incubação na severidade de doenças do cajueiro-anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.). *Fitopatologia Brasileira*, *27*(4), 393–395.

Freire, F. C. O., Viana, F. M. P., & Cardoso, J. E. (2003). Influência da temperatura e da humidade relativa na esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. e *Moldosigna carminae*, patógenos do cajueiro. *Fitopatologia Brasileira*, *28*(2), 208. Embrapa. Disponível em https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41730/1/Livro-raizes-e-tuberculos-tropicais.pdf.

Frota, P. C. E.; Parente, J. I. G. Clima e fenologia do cajueiro. In: Araújo, J. P. P.; Silva, V. V**.** (orgs.). *Cajucultura: modernas técnicas de produção.* Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p. 43–54.

Godse, S. K.; Bhole, S. R.; Patil, B. P**.** (2005). Population fluctuation studies of tea mosquito bug (*Helopeltis antonii* Sig.) on cashew and its relation with weather parameters. *Journal of Agrometeorology*, v. 7, n. 1, 2005. DOI: https://doi.org/10.54386/jam.v7i1.821. Disponível em: https://journal.agrimetassociation.org/index.php/jam/article/view/821

Gomes, E. G., & Magalhães, R. S. (2004). Avaliação da sustentabilidade da agricultura familiar no semiárido nordestino: Uma abordagem multicritério. Revista de Economia e Sociologia Rural, 42(2), 271–298.

Governo da Província de Gaza. (2022). *Perfil socioeconómico da Província de Gaza*. Xai-Xai.

Grüter, R.; Trachsel, T.; Laube, P.; Jaisli, I. Expected global suitability of coffee, cashew and avocado due to climate change. *PLoS ONE*, v. 17, n. 1, e0261976, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0261976.

https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/en/bib/17006.do.

INCAJU. (2017). Balanço Anual do PES 2018. http://incaju.co.mz/wp-content/uploads/2020/03/Balanço-Anual-do-PES-2019-INCAJU-IP-VF.pdf.

Instituto Nacional de Estatistica (INE). (2018). *Inquérito Especial de Caju 2017: Produção e comercialização do caju em Moçambique*. Maputo: INE.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2021). *Anuário Estatístico da Província de Gaza*. Maputo: INE.

Instituto Nacional de Meteorología (INAM**).** (2019). *Normais climatológicas de Moçambique (1981–2010)*. Maputo: INAM.

Instituto Nacional de Meteorologia (INAM, IP). *Boletim climatológico anual de Moçambique – 2023*. Maputo: INAM, IP, 2023.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415416

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II FAQ* https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/about/frequently-asked questions/keyfaq1/. Acesso em: 06 ago. 2025.

Lopes, M. de F., & Costa, R. C. C. (2008). Sustentabilidade da agricultura familiar no semiárido nordestino. *Revista Econômica do Nordeste*, *39*(3), 372–392.

Matyas, C. J.; Silva, J. A. Extreme weather and economic well-being in rural Mozambique. *Natural Hazards*, v. 66, n. 1, p. 31–49, 2013. DOI: 10.1007/s11069-011-0064-6. Disponível em: https://libkey.io/10.1007/s11069-011-0064-6

Mavie, A**.** *Variabilidade climática inter-anual de Moçambique e sua relação com o fenómeno El-Niño Oscilação Austral — Parte II*. 1999. Monografia (Licenciatura) — Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4441/10/12/1820

Mavume, A. F., Banze, B. E., Macie, O. A. & Queface, A. J. (2021). *Analysis of Climate Change Projections for Mozambique under the Representative Concentration Pathways*. *Atmosphere*, **12(5)**, 588. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos12050588

Mazive, D. P. E**.** (2018). Influência do fenómeno El Niño na variação da precipitação e da produção agrária na Província de Gaza, Moçambique. 2018. Monografia (Licenciatura) — Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/37889747/INFLUENCIA_DO_EL_NINO_NA_PRODUCAO_AGRARIA_MONOGRAFIA_DANIEL_MAZIVE

MICOA. (2013). Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação das Mudanças Climáticas 2013–2025. Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental, Governo de Moçambique.

MICOA. (2018). Relatório Bienal de Atualização de Moçambique à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural, Governo de Moçambique. Disponível em: https://unfccc.int/documents/

Mishra, B. K.; Ramakrishnan, P. S. Nitrogen budget under rotational bush fallow agriculture (*jhum*) at higher elevations of Meghalaya in North-Eastern India. *Plant and Soil*, v. 81, n. 1, p. 37–46, 1984.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. (2007). *Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira*. https://www.gov.br/mma/pt-br

Montgomery, D. C.; Runger, G. C. (2014). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014. Disponível em: https://www.wiley.com/en-in/Applied+Statistics+and+Probability+for+Engineers%2C+6th+Edition-p-9781118539712

Muchangos, A. Moçambique: paisagens e regiões naturais. Maputo: A. dos Muchangos, 1999. Disponível em: https://biblioteca.unisced.edu.mz/handle/123456789/2569.

Nitidae. (2020). Competitiveness of the cashew nut industry in Mozambique. Maputo.

NOAA**.** *El Niño and La Niña: Frequently Asked Questions*. 2024. Disponível em: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions

Pandurang Pawar, Bhagwan Sakhale (2025). Cascading impacts of change in carbon dioxide and climate on plantation crops. *Agricultural Reviews.* DOI: 10.2139/ssrn.5184486

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, 11*(5), 1633–1644. https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007

Ramos, A. D., Bleicher, E., Freire, F. das C. O., Cardoso, J. E., Parente, J. I. G., Barros, L. de M., Crisóstomo, L. A., Frota, P. C. E., Corrêa, M. P. F., Pessoa, P. F. A. P., Melo, Q. M. S., & Oliveira, V. H. de. (1996). *A cultura do caju* (Coleção Plantar, 34). Embrapa-SPI. Disponível em: Aceder ao documento completo (PDF)

Reason, C. J. C**.** (2007). Tropical Cyclone Dera, the unusual 2000/01 tropical cyclone season in the South West Indian Ocean, and associated rainfall anomalies over southern Africa.

Meteorology and Atmospheric Physics, v. 97, p. 181–188, 2007. DOI: 10.1007/s00703-006-0251-2.

Rejani, R.; Yadukumar, N. (2010) Soil and water conservation techniques in cashew grown along steep hill slopes. *Scientia Horticulturae*, v. 126, n. 3, p. 371–378, 2010. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.07.032.

Rojas G.; Fabre, N**. (2017)** Agroecologia e mudanças climáticas no Trópico Semiárido. *Redes*, v. 22, n. 2, p. 174–188, 2017. DOI: https://doi.org/10.17058/redes.v22i2.9359. Disponível em: https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9359.

Rojas, C.; Amade, L**.** *Climatologia e suas aplicações na agricultura*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, 1996.

Rosário, J.; Madureira, L.; Marques, C.; Silva, R. (2022**).** *Understanding Farmers' Adoption of Sustainable Agriculture Innovations: A Systematic Literature Review*. *Agronomy*, 12(11):2879. https://doi.org/10.3390/agronomy12112879.

Rupa, T. R.; Rejani, R.; Bhat, M. G**. (**2013). Impact of climate change on cashew and adaptation strategies. In: H. C. Singh (ed.) *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies*. Springer India, 2013. p. 189–205. DOI:10.1007/978-81-322-0974-4_17. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-0974-4_17

Saunois, M.; Stavert, A. R.; Poulter, B.; et al. (2020). The Global Methane Budget 2000–2017. Earth System Science Data, v. 12, n. 3, p. 1561–1623, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020.

Schaeffer-Novelli, Y. (2015). Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, supl. 2, p. 37–52, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjoce/a/7D4PsBhYcGLY3Byn7QqdsvC/?lang=en

Serrano, L. A. L.; Pessoa, P. F. A. P**. (2016).** *Sistema de produção do caju: aspectos econômicos da cultura do cajueiro.* Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?

UNDP**.** (2022). *UNDP and climate change: Overview of work on climate adaptation and mitigation*. 2022. Disponível em: https://www.undp.org/publications/undp-and-climate-change

USAID. (2018). *Climate Change Risk Profile: Mozambique*. Washington, DC: USAID, 2018. Disponível em: https://www.climatelinks.org/resources/climate-change-risk-profile-mozambique.

World Bank. (2022). *Forest Carbon Partnership Facility*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. https://www.worldbank.org

World Bank**. (2001).** *Down to Earth: Agriculture and Poverty Reduction in Africa*. Washington, DC: World Bank,2001.Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/a89b72cf-134c-5a86-b5d9-f193caceb52c/content.

7. ANEXOS

Questionário: **IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE CAJU**. **Nota de Consentimento Informado.**

Este questionário faz parte de uma investigação académica conduzida por **Durque Mário Munguambe**, estudante de mestrado em Gestão do Risco de Desastres e Adaptação às Mudanças Climáticas na Universidade Eduardo Mondlane. O objetivo é analisar os impactos das mudanças climáticas na produção de caju nos distritos potenciais da província de Gaza.

As informações fornecidas são confidenciais, serão utilizadas exclusivamente para fins científicos e não serão divulgadas de forma individual. A participação é voluntária e o(a) participante poderá desistir a qualquer momento.

Ao continuar com este questionário, você declara estar ciente do objetivo do estudo e consente livremente com a sua participação.

1. Perfil do Produtor

1.1 Idade: _____

1.2 Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

1.3 Escolaridade: _____

1.4 Tempo de residência nesta localidade: _____ anos

1.5 Área cultivada com caju (hectares): _____

1.6 Número estimado de plantas de caju: _____

1.7 Receita anual estimada com produção de caju: _____ MZN

1.8 Recebeu assistência técnica nos últimos 2 anos? ( ) Sim ( ) Não

2. Formas de Mudanças Climáticas

Quais das seguintes mudanças climáticas você observou

2.1 Temperatura

(1) Não mudou……., (2)Aumentou……., (3)baixou……..,

2.2 Chuva

(1) Não mudou……., (2)Aumentou……., (3)baixou……..,

2.3 Chuva imprevisível

(1) Não mudou……., (2)Aumentou……., (3)baixou……..,

2.4 Incidência de enchentes

(1) Não mudou……., (2)Aumentou……., (3)baixou……..,

2.5 Incidência de seca

(1) Não mudou……., (2)Aumentou……., (3)baixou……..,

Outras(especificar)……..

3. Efeitos de mudanças climáticas nos meios de subsistência

(1). Concordo plenamente, (2). Concordo um pouco, (3). Neutro, (4) discordo um pouco (5) discordo totalmente

No	Declaração	1	2	3	4	5
3.1	Perda de rendimento agrícola total					
3.2	A produção de castanha de caju foi afetada pelas alterações climáticas					
3.3	Há um declínio na quantidade e qualidade da castanha de caju					
3.4	O custo da castanha de caju está a aumentar devido às alterações climáticas					
3.5	Aumento de pragas e doenças nas plantas					
3.6	Aqui há escassez de água					
3.7	Perda de animais ou recursos naturais por eventos climáticos.					

4. Estratégias de Adaptação

Assinale as estratégias que já utilizou para lidar com os efeitos do clima (pode escolher mais de uma):

( ) 4.1 Plantou variedades mais resistentes/diferente de cajueiro.

( ) 4.2 Diversificou as culturas agrícolas.

( ) 4.3 Utilizou sistemas de conservação de água da chuva.

( ) 4.4 Mudou o calendário agrícola.

( ) 4.5 Procurou assistência técnica.

( ) 4.6 Participou em formações sobre agricultura resiliente.

( ) 4.7 Pratica o cultivo de castanha de caju através da irrigação.

( ) 4.8 Realiza actividades não agrícolas.

( ) 4.9 Aplica fertilizante durante o processo de crescimento do cajueiro

Desafios para Adaptação

Assinale os principais obstáculos que enfrenta para se adaptar às mudanças climáticas (pode escolher mais de um):

( ) 5.1 Falta de informação técnica.

( ) 5.2 Falta de recursos financeiros.

( ) 5.3 Acesso limitado a sementes adaptadas.

( ) 5.4 Falta de apoio institucional local.

( ) 5.5 Distância aos mercados ou centros de apoio.

( ) 5.6 O mau estado de saúde, afetou a capacidade de implementar estratégias de adaptação.

( ) 5.7 A falta de água para a agricultura de irrigação está a impedir os esforços para sobreviver ao efeito das alterações climáticas

( ) 5.8 Existem infraestruturas e materiais adequados para permitir a adaptação às alterações climáticas

6. Resultados da Adaptação

Em que medida as estratégias adotadas trouxeram benefícios:

(1). Concordo plenamente, (2). Concordo um pouco, (3). Neutro, (4) discordo um pouco (5) discordo totalmente

No	Declaração	1	2	3	4	5
1	Aumento da produção.					
2	Houve uma melhoria no bem-estar					
3	A capacidade de enfrentar e recuperar dos efeitos das alterações climáticas melhorou					
4	O nível de segurança alimentar melhorou					
5	Redução de perdas.					
6	Acesso a novos mercados.					



Figura 7. As imagens apresentadas ilustram o processo de recolha de dados no campo**.**

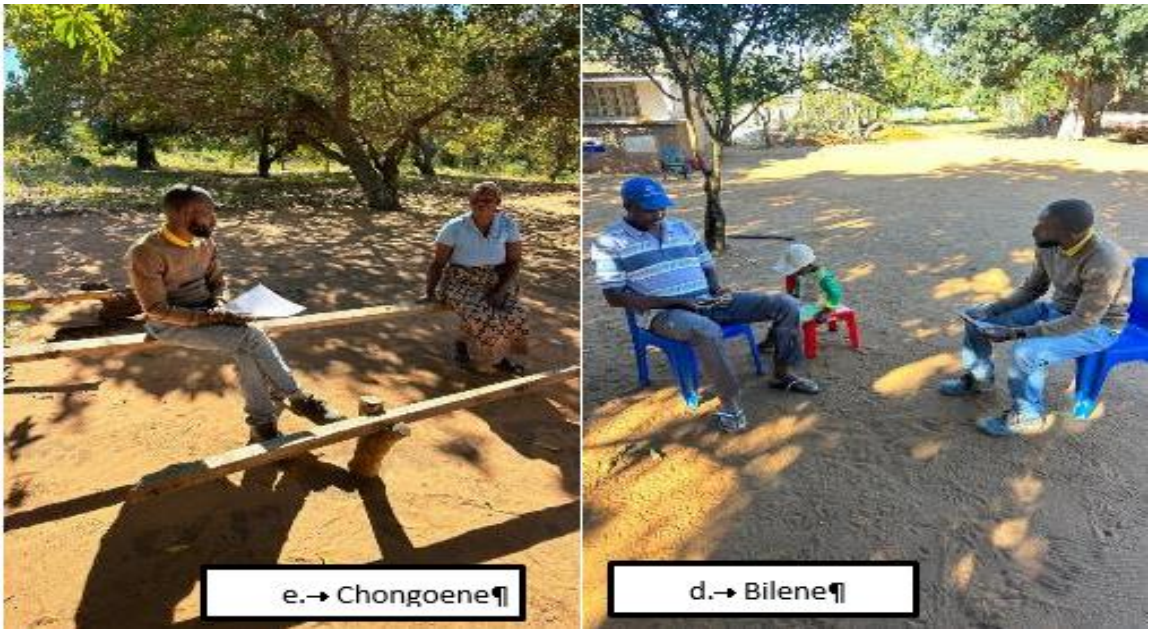
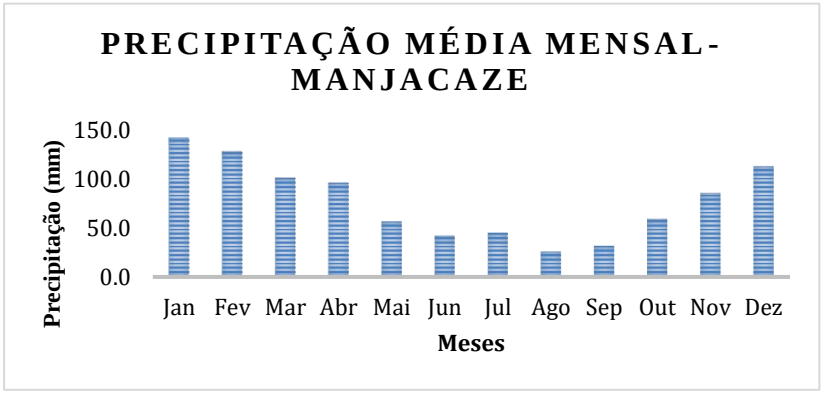
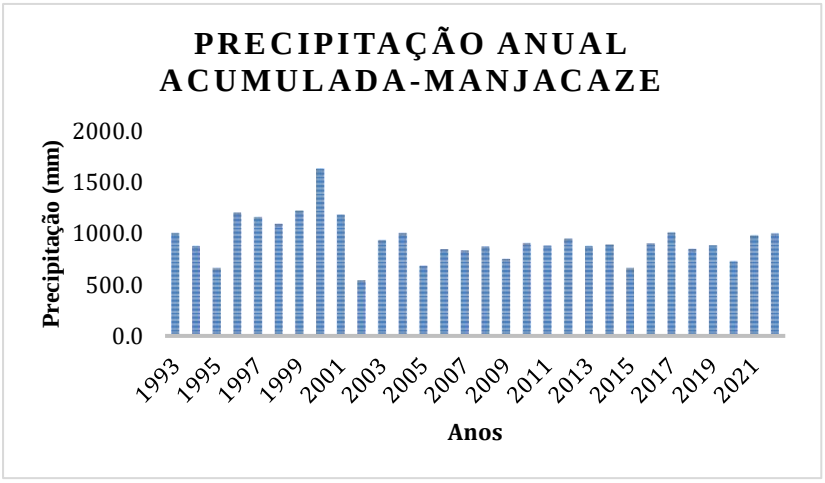
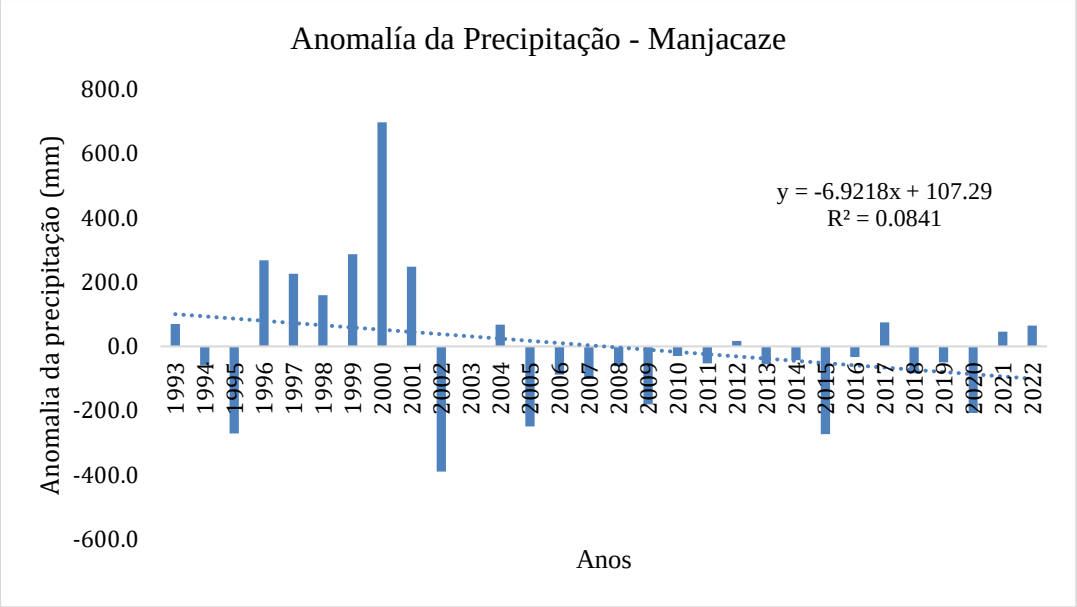
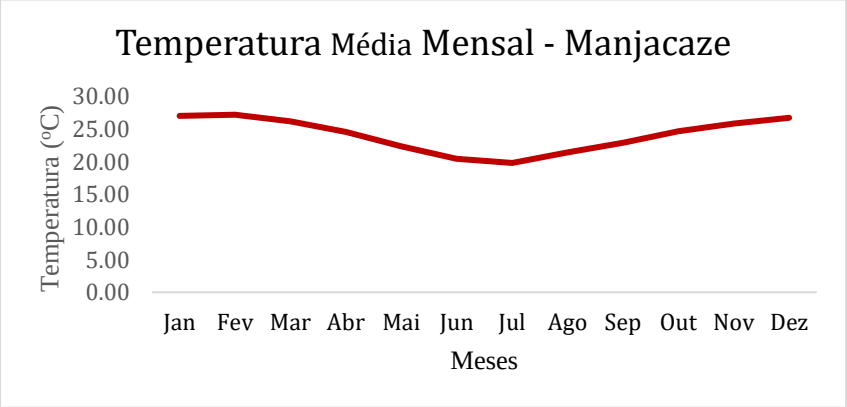


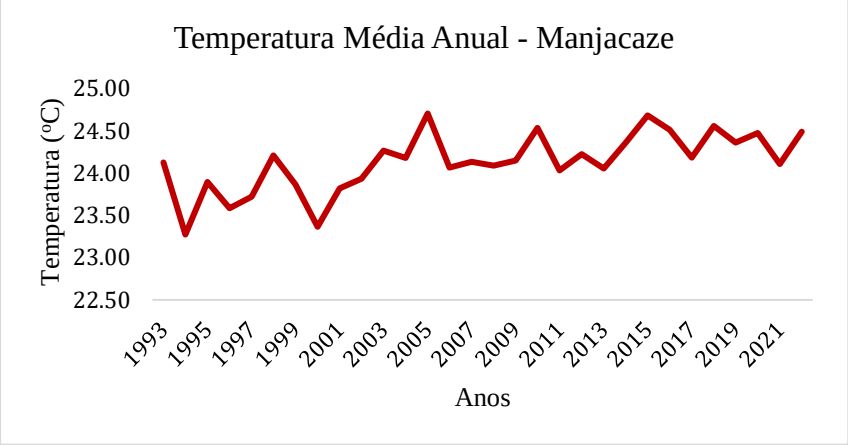
Figura 8. As imagens apresentadas ilustram o processo de recolha de dados no campo.






Anomalía da Precipitação - Manjacaze
Anomalia da precipitação (mm)
800.0
600.0
400.0
200.0
0.0
-200.0
-400.0
-600.0
y = -6.9218x + 107.29
R² = 0.0841
1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022
Anos


Temperatura Média Mensal - Manjacaze
Temperatura (ºC)
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Jan Fev Mar Abr Mai Jun Jul Ago Sep Out Nov Dez
Meses


Temperatura Média Anual - Manjacaze
Temperatura (ºC)
25.00
24.50
24.00
23.50
23.00
22.50
1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021
Anos

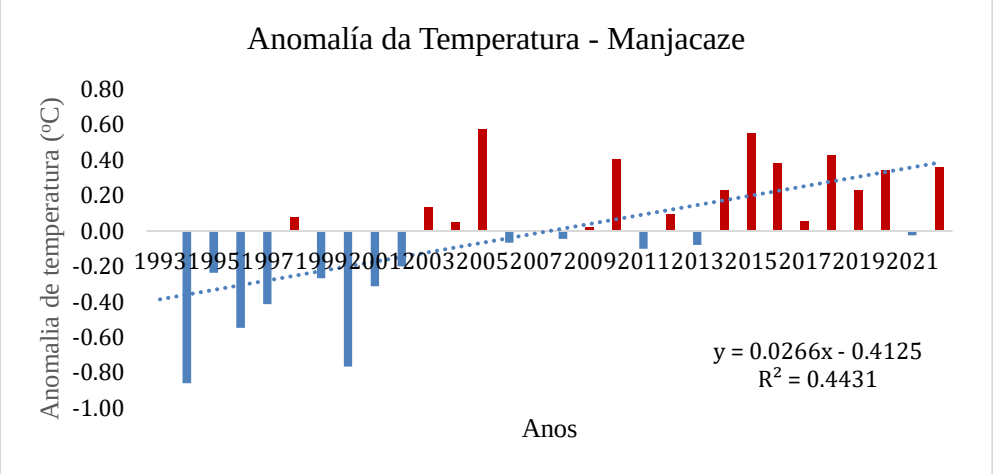
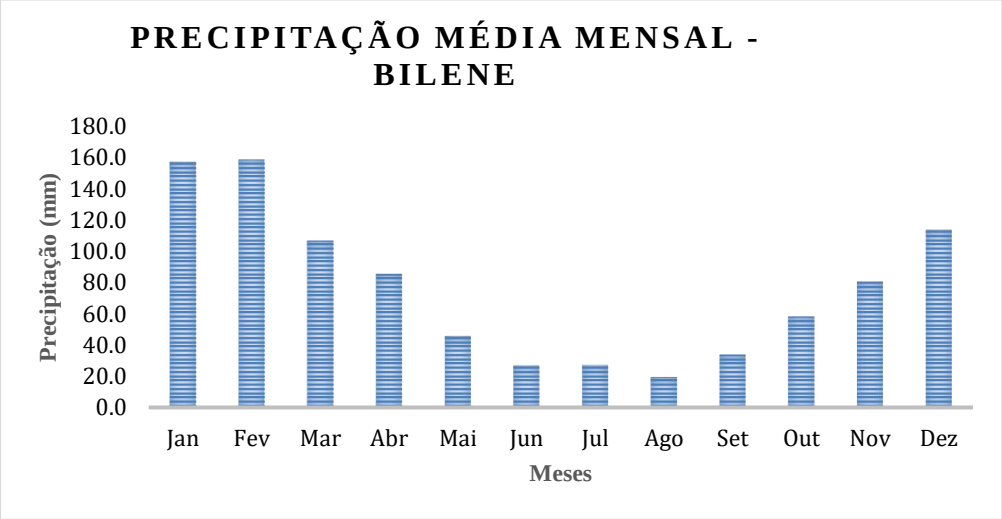
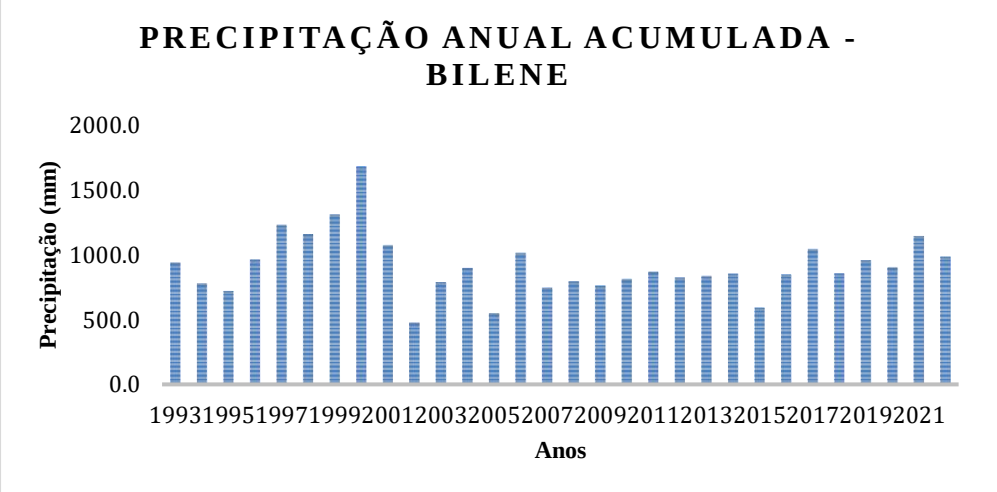
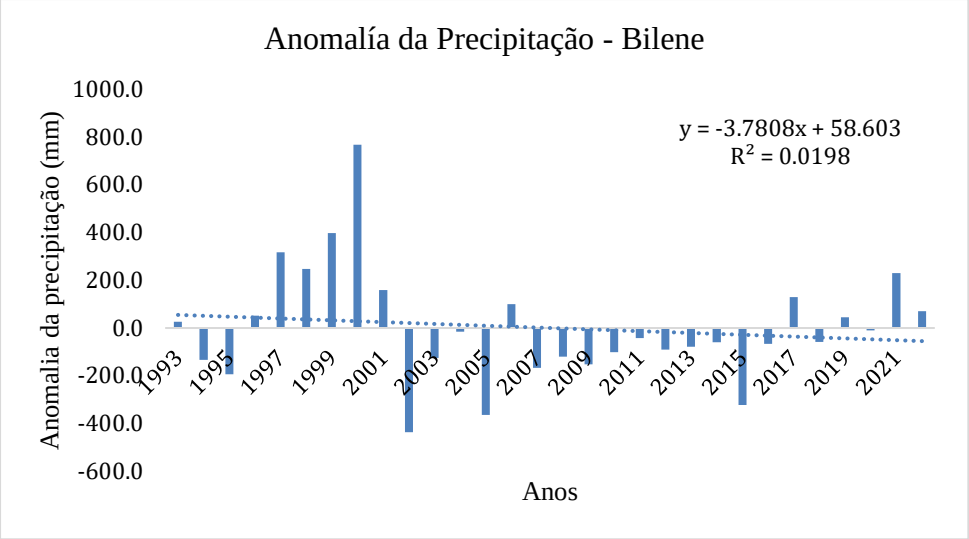
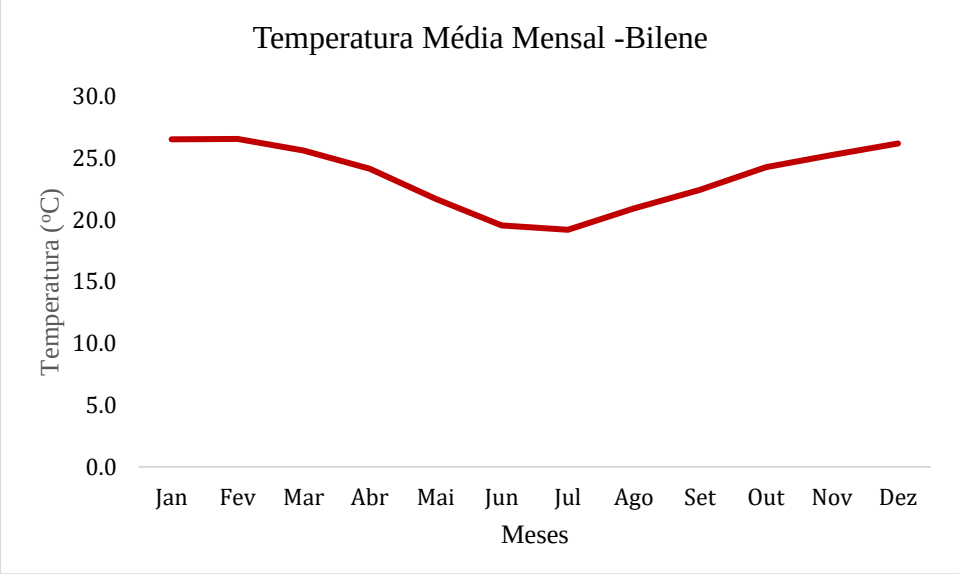


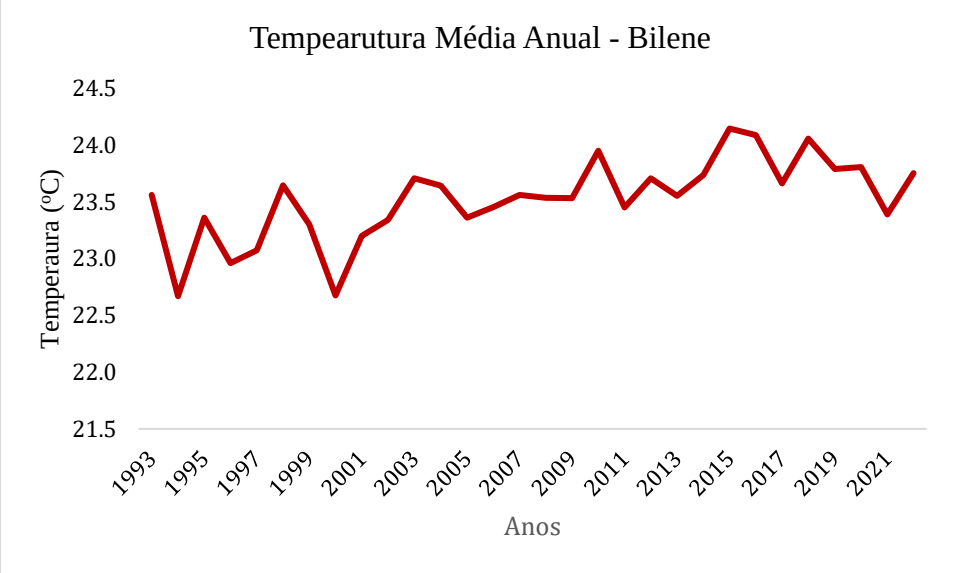
Figura 9. Climatología do distrito de Manjacaze.






Anomalía da Precipitação - Bilene
y = -3.7808x + 58.603
R² = 0.0198
Anomalia da precipitação (mm)
1000.0
800.0
600.0
400.0
200.0
0.0
-200.0
-400.0
-600.0
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
2021
Anos


Temperatura Média Mensal -Bilene
Temperatura (ºC)
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set
Out
Nov
Dez
Meses


Tempearutura Média Anual - Bilene
Temperaura (ºC)
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
2021
Anos

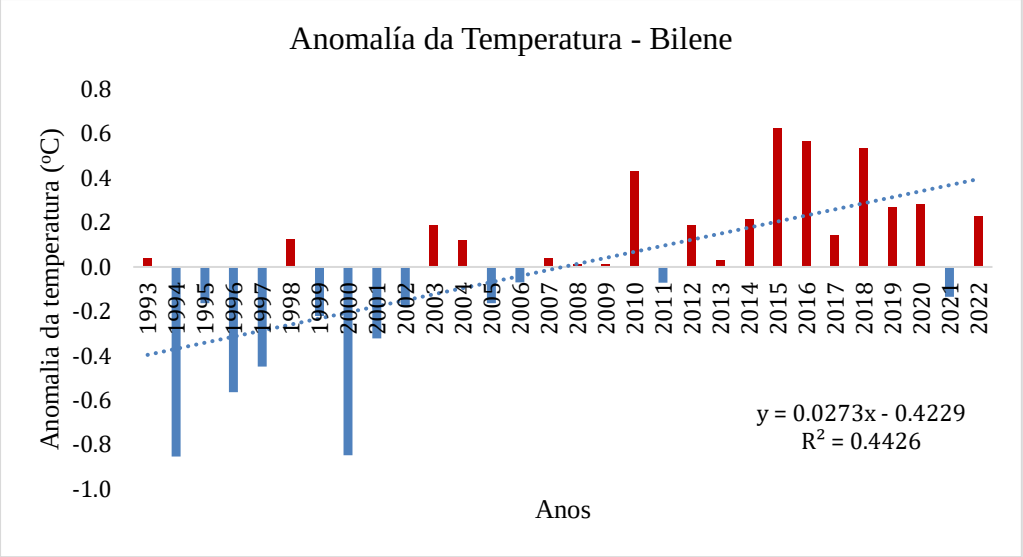
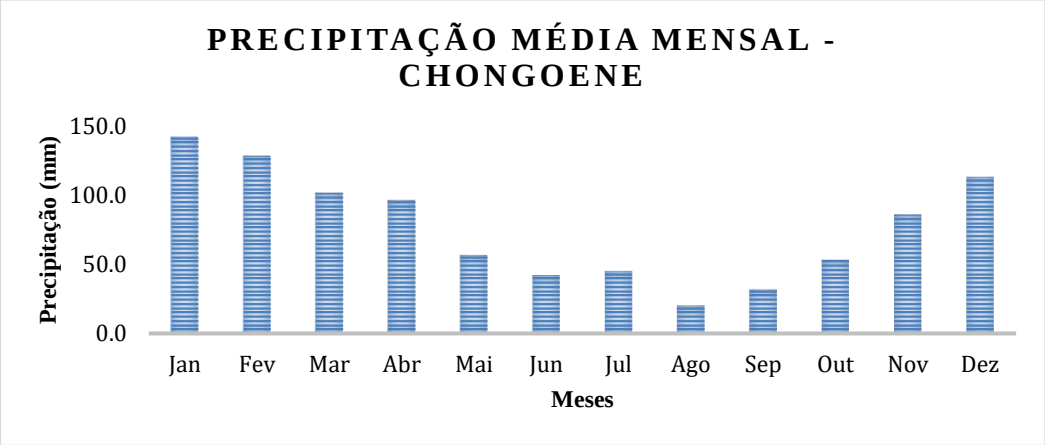
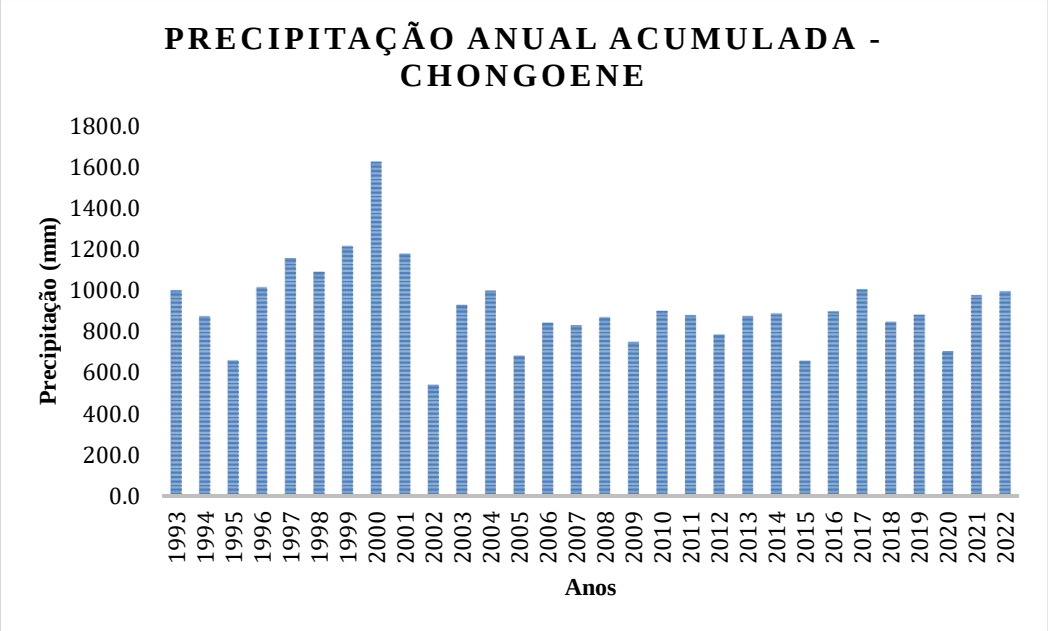
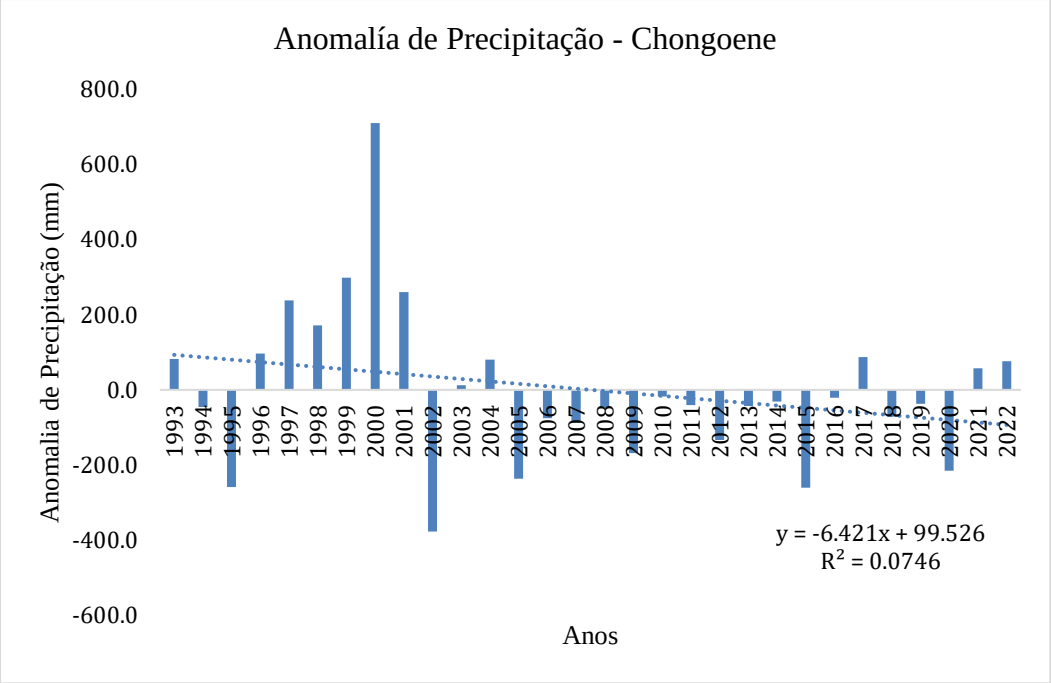
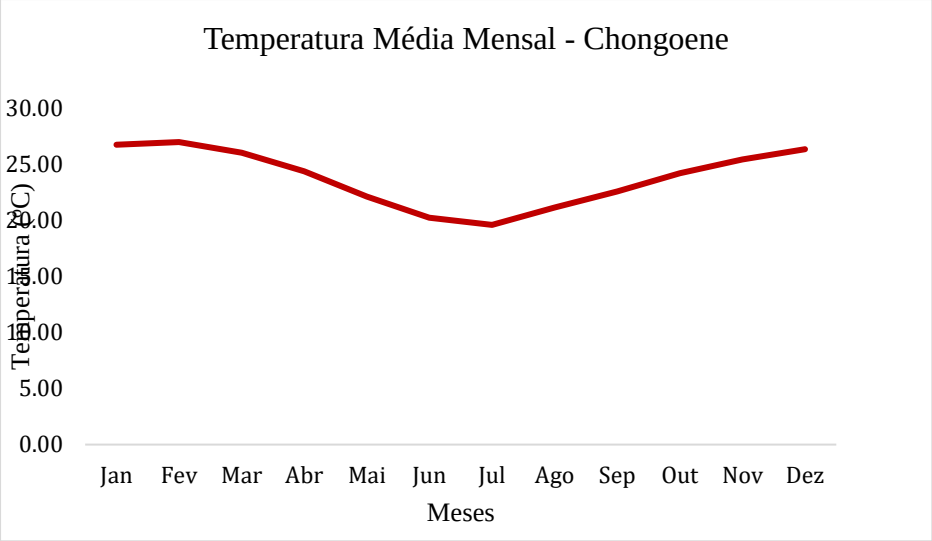


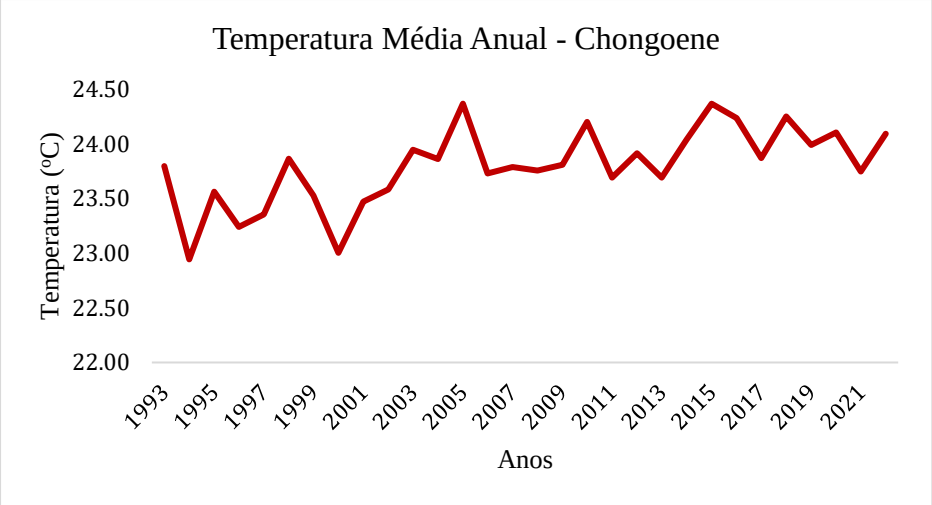
Figura 10. Climatología do distrito de Bilene.




PRECIPITAÇÃO ANUAL ACUMULADA - CHONGOENE
Precipitação (mm)
1800.0
1600.0
1400.0
1200.0
1000.0
800.0
600.0
400.0
200.0
0.0
1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022
Anos


Anomalía de Precipitação - Chongoene
Anomalia de Precipitação (mm)
800.0
600.0
400.0
200.0
0.0
-200.0
-400.0
-600.0
1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022
y = -6.421x + 99.526
R² = 0.0746
Anos





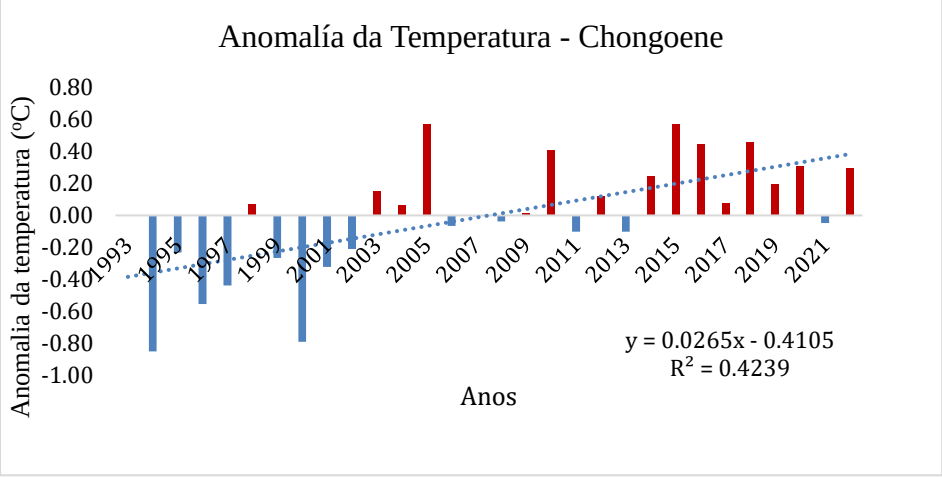
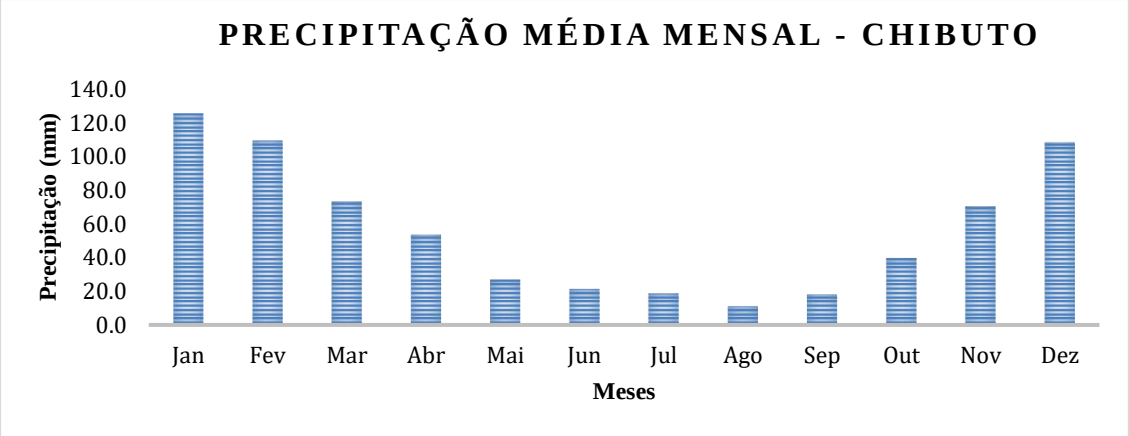
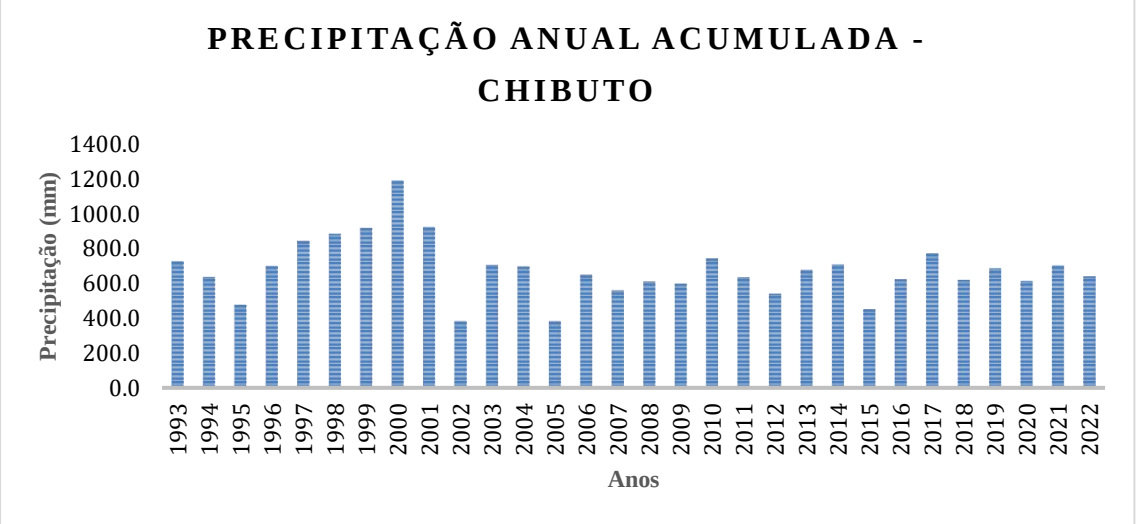
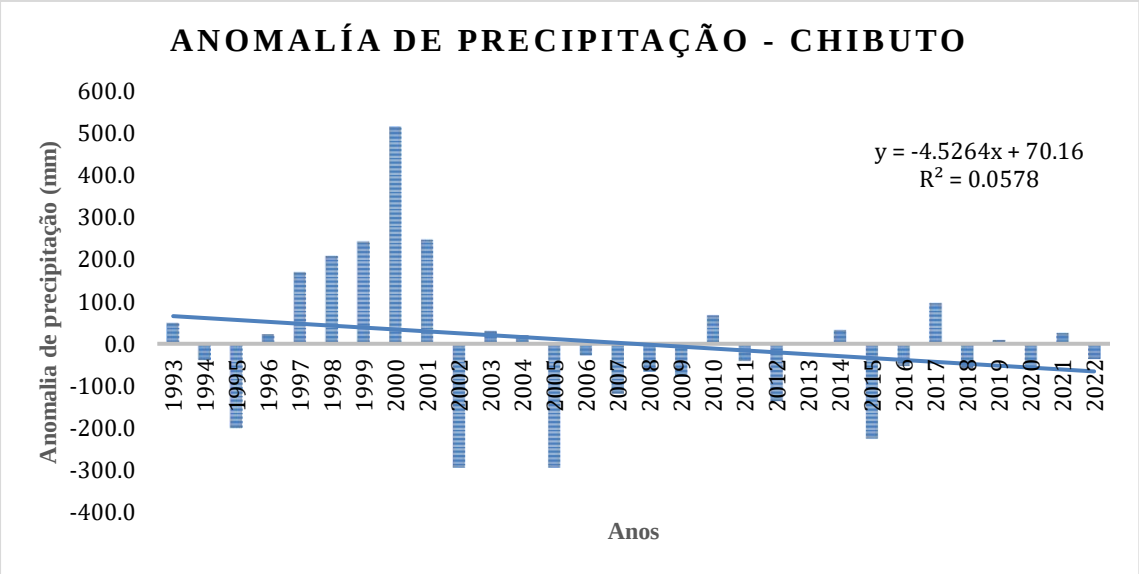
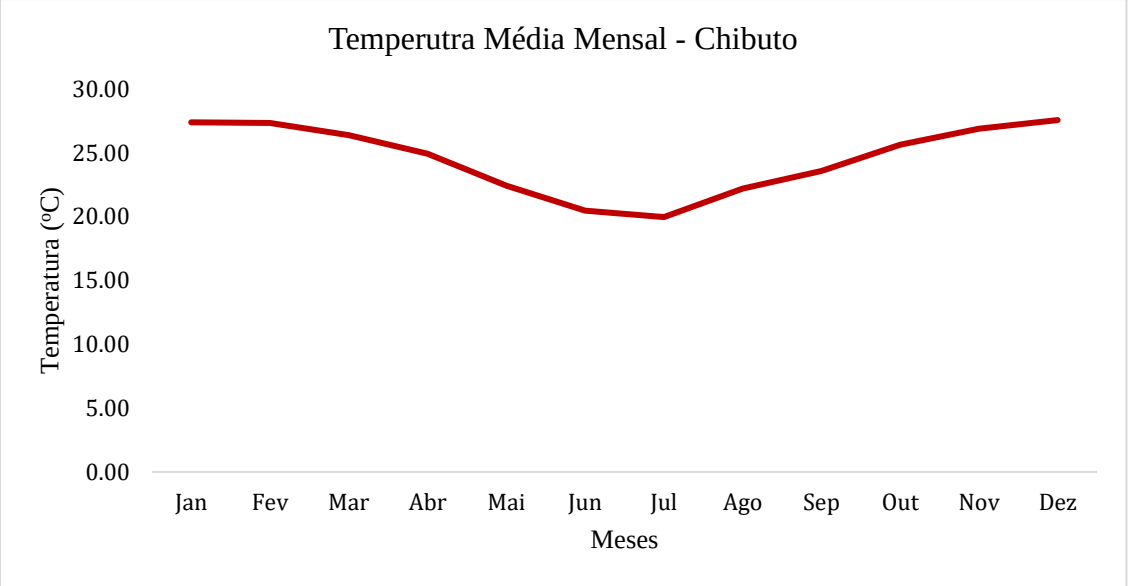


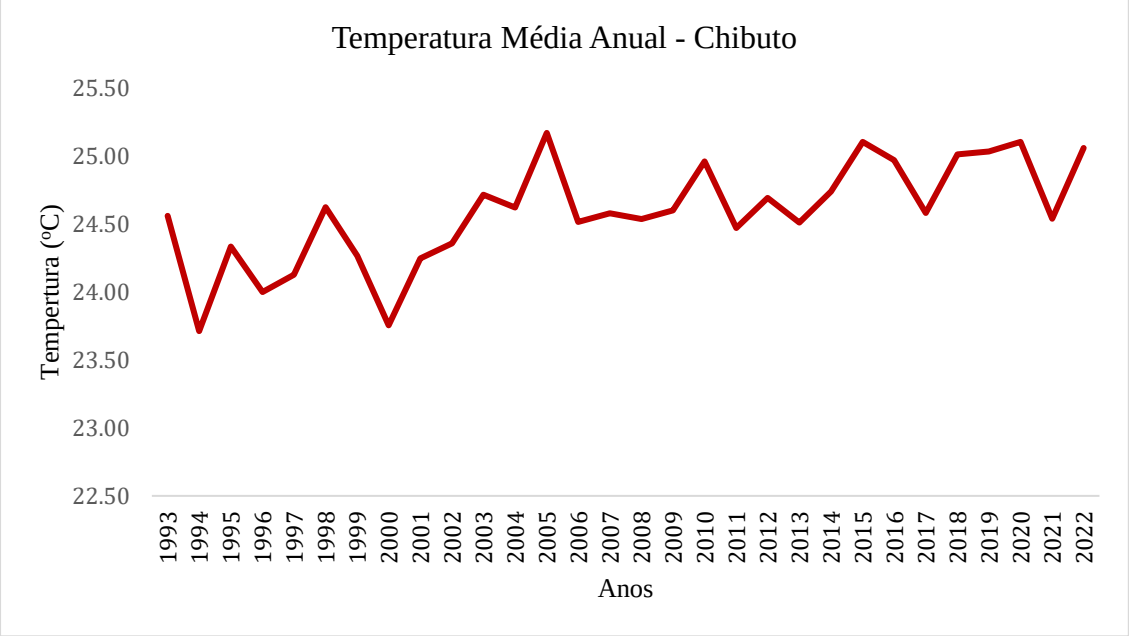
Figura 11. Climatología do distrito de Chongoene.


PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - CHIBUTO
Precipitação (mm)
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Sep
Out
Nov
Dez
Meses


PRECIPITAÇÃO ANUAL ACUMULADA - CHIBUTO
Precipitação (mm)
1400.0
1200.0
1000.0
800.0
600.0
400.0
200.0
0.0
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
Anos


ANOMALÍA DE PRECIPITAÇÃO - CHIBUTO
Anomalia de precipitação (mm)
600.0
500.0
400.0
300.0
200.0
100.0
0.0
-100.0
-200.0
-300.0
-400.0
y = -4.5264x + 70.16
R² = 0.0578
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
Anos


Temperutra Média Mensal - Chibuto
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Temperatura (ºC)
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Sep
Out
Nov
Dez
Meses


Temperatura Média Anual - Chibuto
25.50
25.00
24.50
24.00
23.50
23.00
22.50
Tempertura (ºC)
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
Anos

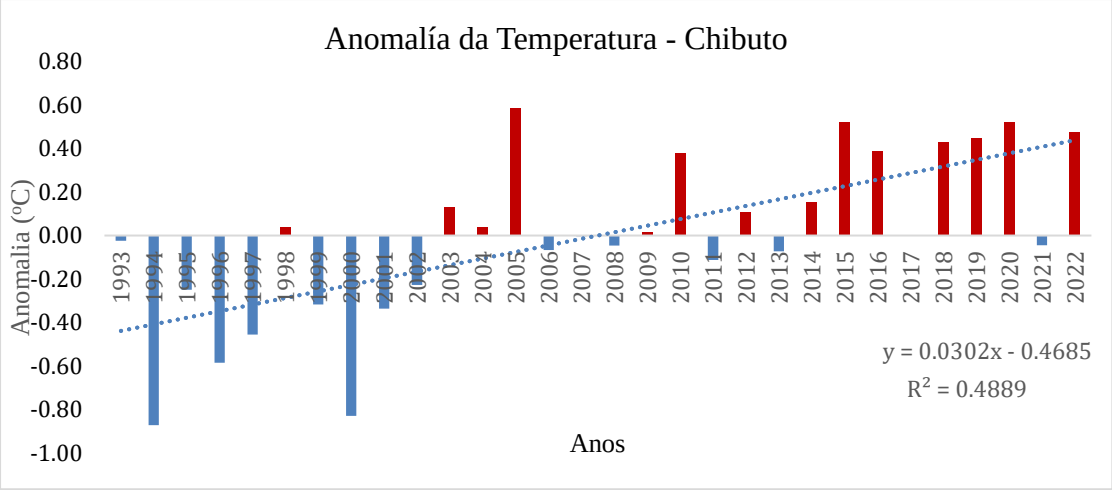


Figura 12. Climatología do distrito de Chibuto.