



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

Monografia científica

Avaliação do efeito da variabilidade da temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho no sector familiar dos distritos de Xai-xai, Macia Chókwè e Chibuto na Província de Gaza

Monografia apresentada e defendido como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural

Autor: Galísio Isaías Bendane

Tutor: Eng^o. Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc.

Lionde, Setembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de Licenciatura sobre, *Avaliação do efeito da variabilidade da temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho no sector familiar dos distritos de Xai-xai, Macia Chókwè e Chibuto na Província de Gaza* apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: Eng^o. Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc.

Lionde, Setembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Setembro 2017

Galísio Isaiás Bendane

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
LISTA DE APÊNDICES	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
DECLARAÇÃO	ii
DEDICATÓRIA	xi
AGRADECIMENTOS	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT:.....	xiv
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objectivos:	2
1.1.1 Geral:	2
1.1.2 Específicos:.....	2
1.2 Problema e justificação	2
1.3 Descrição da área de estudo	3
1.3.1 Caracterização geral da província de Gaza.....	3
1.3.2 Caracterização climática da região.....	4
1.3.3 Sistemas de produção	4
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Clima.....	6
2.1.1 Elementos Climáticos.....	6
2.1.2 Mudanças Climáticas.....	7
2.1.3 Variabilidade Climática.....	7
2.2. Caracterização agro-ecológica da zona de estudo.....	11
2.2.1 Produção agrícola	11
2.2.2 Evolução da produção e Produtividade	12
2.3 Condições climáticas da produção do Milho	13
2.4 Impacto do fenómeno el nino (en) na produção agrícola.....	15

2.5. Uso de pacote estatístico para a análise de dados	16
III. METODOLOGIA	18
3.1 Metodologia aplicada para caracterização de precipitação e temperatura	18
3.1.1 Obtenção de base de dados	19
3.1.2 Procedimentos de análise climática	19
3.2 Metodologia aplicada para análise do efeito da temperatura e precipitação na produção de milho.....	21
3.2.1 Base de dados	21
3.2.2 Materiais e Métodos	22
4.3 Analisar a relação entre a temperatura e precipitação com a produção do milho.....	22
4.3.1 Materiais e Métodos	23
IV. RESULTADOS	25
4.1 Validação de dados.....	25
4.2 Análise da variabilidade climática	26
4.2.1 Período de 1985-1999.....	26
4.2.2 Período de 2000-2012.....	42
4.3 Análise do efeito do clima na produção de milho.....	58
4.3.1 Características da cultura.....	58
4.3.2 Relação da temperatura e precipitação com a produção do milho	61
V. DISCUSSÃO	67
VI. CONCLUSÃO	70
VII. RECOMENDAÇÕES	71
VIII. LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS.....	72
IX. ANEXOS	75
X. APÊNDICE.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Classificação climática segundo Koppen e Thornthwaite	4
Tabela 2.1. Valores da precipitação média mensal para estação de Xai-xai	10
Tabela 3 Evolução da campanha agrícola 2001/02 a 2007/08 para produção do milho na província de Gaza	13
Tabela 4.1 Equações de temperatura empregue no preenchimento de falhas.....	25
Tabela 5Equações de precipitação empregue no preenchimento de falhas	26
Tabela 6Valores médios mensais, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura média no período de 1985-1999	29
Tabela 7 Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura máxima.....	33
Tabela 8Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura mínima	37
Tabela 9Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para precipitação	41
Tabela 10Valores médios mensais desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura média no período de 2000-2012	45
Tabela 11Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação. ...	48
Tabela 12Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação no período de 2000-2012	52
Tabela 13Valores de temperatura média máxima e mínima (°C), rendimento do milho (Kg/ha) para campanha agrícola de 1999/00 a 2011/12, em Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè.....	61
Tabela 14Dados de precipitação, rendimento do milho e coeficiente de variação para o período de 1999/00 a 2011/12.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização geográfica da província de Gaza.....	3
Figura 2Precipitação média mensal (mm) no período de 1981-1999.....	40
Figura 3precipitação média mensal para Xai-xai, Chókwè, Macia e Maniquenique no periodo de 2000-2012	55
Figura 4 Correlação e dispersão entre a temperatura média e rendimento da cultura de milho para Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè.....	63
Figura 5.3 Correlação e dispersão entre a precipitação média e rendimento de milho para Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Temperatura média anual para Xai-xai e Chókwè no período de 1985-1999	27
Gráfico 2	Temperatura média anual para Macia e Maniquenique no período de 1985-1999	27
Gráfico 3	Temperatura média mensal para período de 1985-1999.....	28
Gráfico 4	Temperatura media máxima anual para Xai-xai e Chókwé no período de 1985-1999 .	30
Gráfico 5	Temperatura média máxima anual para Macia e Maniquenique no período de 1985-1999.....	30
Gráfico 6	Temperatura média mensal máxima para período de 1985-1999.....	31
Gráfico 9	Temperatura média mensal mínima para período de 1985-1999	35
Gráfico 10	Precipitação média para Xai-xai e Maniquenique no período de 1985-1999.....	38
Gráfico 12	Temperatura média anual (°C) para Xai-xai e Macia no período 2000-2012.....	42
Gráfico 15	Temperatura média anual máxima para Macia e Chókwé no período 2000-2012	46
Gráfico 16	Temperatura média anual máxima para Xai-xai e Maniquenique no periodo de 2000-2012.....	46
Gráfico 17	Valores médios mensais para temperatura máxima no período de 2000-2012	47
Gráfico 18	Temperatura média anual mínima para Xai-xai e Macia no período de 2000-2012 ...	49
Gráfico 19	Temperatura média anual mínima para Chókwè e Maniquenique no periodo de 2012	50
Gráfico 20	Valores médios mensais para temperatura mínima no período de 2000-2012.....	51
Gráfico 21	Precipitação média anual para Xai-xai e Maniquenique no período de 2000-2012 ...	53
Gráfico 22	Precipitação média anual para Macia e Chókwè no período de 2000-2012.....	54
Gráfico 4.23:	Evolução da área colhida para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícola de 1999/2000 a 2011/12.....	58
Gráfico 4.24:	Evolução da produção de milho para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícola de 1999/2000 a 2011/12.....	59
Gráfico 4.25:	Evolução do rendimento de milho para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícola de 1999/2000 a 2011/12.....	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo B: Indicadores para classificação climática segundo Koppen	75
Anexo C: Valores de coeficiente de correlação de person entre as estações meteorológica para temperatura média máxima.....	75
Anexo D: Valores de coeficiente de correlação de person entre as estações meteorológica para temperatura média mínima	76
Anexo E: Valores de coeficiente de correlação de person entre as estações meteorológica para precipitação média	76
Anexo F: Valores de temperatura média anual, desvio padrão no período de 1985-1999	77
Anexo G: Valores de temperatura máxima anual, desvio padrão no período de 1985-1999	77
Anexo H: Valores de temperatura mínima anual, desvio padrão no período de 1985-1999	78
Anexo I: Valores de precipitação média anual, desvio padrão no período de 1985-1999.....	78
Anexo J: Valores de temperatura média anual, desvio padrão no período de 2000-2012.....	79
Anexo K: Valores de temperatura máxima anual, desvio padrão no período de 2000-2012	79
Anexo L: Valores de temperatura mínima, desvio padrão no período de 2000-2012	80
Anexo M: Valores de precipitação total anual, desvio padrão no período de 2000-2012.....	80
Anexo N: Precipitações médias anuas para distritos da província de Gaza	81

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice I	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Xai-xai.....	82
Apêndice II	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Macia.....	82
Apêndice III	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Chibuto.....	83
Apêndice IV	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Chókwè.....	83
Apêndice V	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Xai-xai.....	84
Apêndice VI	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Macia.....	84
Apêndice VII	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Chibuto.....	85
Apêndice VIII	Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Chókwè.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Área
CV	Coeficiente de variação
DNA	Direção Nacional de águas
DNGA	Direção Nacional de Gestão de Ambiente
Dp	Desvio padrão
DPA-Gaza	Direcção Provincial de Agricultura de Gaza
En	El nino
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agronómica
INGC	Instituto Nacional de Gestão de Calamidades
MADER	Ministério de Agricultura e Desenvolvimento Rural
Med	Mediana
Mo	Moda
PAPA	Plano de acção para produção de alimentos
Pr.	Precipitação media
Prod.	Produção
r	Coeficiente de correlação
R ²	Coeficiente de determinação
R1, R2 e R3	Regiões agro-ecòlogia 1,2 e 3
Rend.	Rendimento
SPA	Serviços Provinciais de Agricultura
SO ou OS	Oscilação Sul
\bar{X}	Média
WMO	Organização Meteorológica Mundial

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à memória dos meus avós paterno (Manuel Bendane e Zinha Chongue) e Materno (Gabriel Machava e Angelina Siteo), minha família, nomeadamente meus pais: Isaías Bendane e Elisa Machava, pelos ensinamentos, orientação para assumir os desafios da vida, pelo carinho, amor incondicional, dedicação, incentivo e acompanhamento em todas as fases da minha formação académica, desde a infância, ensino primário, secundário até ensino superior.

Aos meus irmãos: Arlete, Manuel e Ana Victoria, pelo carinho, apoio em toda esta longa caminhada, porque sem eles isto não seria possível.

AGRADECIMENTOS

A gradeço a Deus por ter presenteado-me com mais essa vitória em minha vida. Aos meus pais Isaías Greve e Elisa Machava, pelo exemplo de dignidade, carácter e por sempre incentivaram-me ao estudo.

Aos meus irmãos Arlete, Manuel, Ana Victoria, e sobre tudo a minha querida namorada Graça Chaùque Chongo, pela paciência, carinho, amor. Não poderia deixar de lado as minhas sobrinhas Florinda, Paulina, Tinhico, e Neta que estiveram do lado para grande conquista.

Ao meu tutor Eng.º Lateiro de Sousa, pela orientação, ensinamentos transmitidos e incentivo na carreira de pesquisa e ao longo de toda caminhada dos quatro anos da vida estudantil.

A todos órgãos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial: a Direcção Provincial de Agricultura de Gaza-DPA, pelo fornecimento de dados para a execução deste trabalho, Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar, na direcção de produção agrícola, pecuária e estatística na pessoa de Engenheiro Aurélio Mate e outros, pelo fornecimento de anuários. À Direcção de Documentação e Informação Agraria, na pessoa do Engenheiro Vilanculos e outros.

A gradeço a todos colegas especialmente da turma pela amizade, compreensão e companheirismo e bom convívio no decorrer do curso, em particular os estudantes: Alexandre, Flatógenio, Tindio, Aniano, José João, Arcénio, Cornélio, Dàdiva e outros.

Não poderia deixar de lado, o pai Mondlane, Mathe, juntamente com as esposas, irmã Zaina irmão Baptista, Tisso, Ubisse, Rechard, Mabundas, Maestre Kido, Aldo de Deus, Siteo, Augusto, Olécio, Mana Dina, Vovó Abílio, e a todos os demais que contribuíram de forma positiva em toda caminhada da minha vida, através das ideias, ensinamentos valiosos.

O meu muito obrigado

RESUMO

O objectivo desta pesquisa é estudar a variabilidade do efeito de temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho nos distritos de Xai-xai, Macia, Chókwè e Chibuto na província de Gaza, no período de 1985-1999 e 2000 a 2012, que constitui uma zona com aptidão para produção da mesma. Para o efeito, usou-se dados do INAM, cedidos pelo ISPG. Porém, esses dados apresentavam falhas que foram preenchidos aplicando a regressão linear e múltipla. Para análise das condições climáticas, foram usados as técnicas de estatística descritiva, onde foram aplicados os cálculos da média aritmética, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação. Para análise do efeito clima na produção do milho foi caracterizada a área colhida, produção e rendimento da mesma, no período de 2000-2012, visto que o período de 1985-1999 não apresentou dados de rendimento em distritos, o que permitiu efectuar a correlação entre as variáveis climáticas no período de 2000-2012 e rendimento da cultura de milho por cada distrito em igual período. Essas correlações foram submetidas ao teste de significância de T student á nível de 5% para verificar a significância estatística. Os resultados da pesquisa mostraram nos dois período (1985-1999), (2000-2012) que os maiores valores de temperatura ocorrem entre os meses de novembro a Março e tende a reduzir de abril a setembro, períodos de maiores e menores precipitações, respectivamente. Também verificou-se que os maiores valores de temperatura foram observados nos meses de Janeiro e Dezembro. Nestes meses as temperaturas médias, máxima e mínima foram superiores aos demais meses. Os meses de Junho e Julho são os mais frios na área de estudo. Foi evidenciado que a variabilidade anual de temperatura média e máxima é elevado no Chókwè e Maniquenique com tendência de diminuir em Xai-xai e Macia. A temperatura mínima e precipitação foi baixa em Chókwè e Maniquenique em relação a outras estações. No geral, não provou-se com o método de regressão linear que a temperatura e precipitação influencia no rendimento do milho, por apresentar coeficiente de correlação fraca e coeficiente de determinação baixo, apesar de a temperatura ser significativa para todos os distritos, com coeficiente de correlação para Xai-xai (-0.30) e Chókwè (0.53), consideradas moderadas, Macia (0.07) e Chibuto (-0.05), consideradas fracas. A relação com a precipitação foi significativa em Xai-xai e Chókwè, com coeficiente de correlação para Xai-xai e Macia (0.12), Chibuto (-0.0023), consideradas fracas e em Chókwè (0.30), considerada modera. Neste caso, o estudo de variáveis climáticas que envolve as actividades humanas são de extrema importância para auxiliar o planeamento de plantio assim como colheita agrícola.

Palavras-chaves: Variabilidade, temperatura, precipitação, correlação e rendimento

ABSTRACT:

The objective of this research is to study the variability of temperature and precipitation effects on maize crop yields in the Xai-xai, Macia, Chókwè and Chibuto districts of Gaza province during the period 1985-1999 and 2000 to 2012, an area capable of producing it. For this purpose, INAM data, provided by the ISPG, were used. However, these data presented faults that were filled using linear and multiple regression. For the analysis of the climatic conditions, the descriptive statistics techniques were used, where the calculations of arithmetic mean, fashion, median, standard deviation and coefficient of variation were applied. For the analysis of the climatic effect on maize production, the area harvested, production and yield of the same was characterized in the period of the year 2000, since the 1985-1999 period did not present yield data in districts, which allowed the correlation Between the climatic variables in the period of 2000 and the yield of the corn crop by each district in the same period. These correlations were submitted to the test of significance of T student at the 5% level to verify the statistical significance. The results of the research showed in the two periods (1985-1999), (2000-2012) that the highest temperature values occur between the months of November to March and tend to reduce from April to September, periods of higher and lower precipitations, respectively . It was also found that the highest temperature values were observed in the months of January and December. In these months the average, maximum and minimum temperatures were higher than the other months. The months of June and July are the coldest in the study area. It was evidenced that the annual variability of average and maximum temperature is high in Chókwè and Maniquenique with a tendency to decrease in Xai-xai and Macia. The minimum temperature was low in Chókwè and Maniquenique in relation to other stations. Precipitation tends to reduce in the districts that are near the coast to the interior, with great variability, mainly in the month of August. The mean temperature and maize yield ratios were significant for all districts, with a correlation coefficient for Xai-xai (-0.30) and Chókwè (0.53), considered moderate, Macia (0.07) and Chibuto (-0.05), considered Weak The relation with the precipitation was significant in Xai-xai and Chókwè, with correlation coefficient for Xai-xai and Macia (0.12), Chibuto (-0.0023), considered to be weak and in Chókwè (0.30), considered moderate. In this case, the study of climatic variables that involves human activities are of extreme importance to aid in planting planning as well as agricultural harvesting.

Keywords: Variability, temperature, precipitation, correlation and yield



I. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações nos últimos anos está ligada com as variações climáticas e suas consequências no âmbito social e ambiental. Isto deve-se ao facto do clima, desde os meados do século passado até ao presente por apresentar variações bastante acentuada e que estas variações influenciam de forma significativa nas actividades humanas, através de eventos como cheias e secas que assumem maior dimensão na região.

No nosso país, a prática de agricultura assume maior valor sócio-económico e que tem havido grande limitação na produção desta, devido a influência do clima, sendo, em alguns casos essa influência é acelerado pelas actividades humanas sobre o meio ambiente e tornando objecto de preocupação nas mais diferentes esferas da sociedade.

Este trabalho visa contribuir com os estudos sobre o comportamento do clima em escala local, em relação a produção do milho do sector familiar, utilizando para isso análise estatísticas, com intuito de identificar a variação dos elementos climáticos (temperatura e precipitação), nos últimos 27 anos (1985-2012) bem como sua influência na produção da mesma ao longo da série histórica considerada.

Diante do exposto acima, o estudo da variabilidade climática em quatro distritos da província de Gaza, que constitui parte das áreas propensas a produção do milho, pretende confirmar a hipótese de que a variação dos elementos climáticas (Temperatura e Precipitação) definem a produtividade agrícola.

O trabalho divide-se em dez (10) capítulos, sendo o primeiro composto por uma introdução, objectivos, descrição do problema, da área de estudo. No segundo e terceiro a apresenta-se a revisão bibliográfica, ou seja o enquadramento teórico e conceptual referente a variabilidade climática e descrição da cultura de milho e metodologia (materias e métodos). No quarto e quinto capítulo, apresenta-se no geral os resultados e discussão dos mesmos, onde são apresentados também as tabela e gráfico para descrição dos resultados esperados. A conclusão e as recomendações são assuntos do sexto e sétimo capítulo, sendo por fim apresentada a referência bibliográfica, anexos e apêndices.



1.1 Objectivos:

1.1.1 Geral:

- ❖ Avaliar o efeito da variabilidade de temperatura e precipitação na produção de milho em quatro distritos (Xai-xai, Macia, Chókwè e Chibuto) da província de Gaza.

1.1.2 Específicos:

- ❖ Caracterizar a variação de temperatura e precipitação nos últimos 27 anos (1985-2012);
- ❖ Descrever os efeitos da temperatura e precipitação na produção de milho nos distritos de Xai-xai, Macia, Chókwè e Chibuto.

1.2 Problema e justificação

Moçambique é um país eminentemente agrário e esta actividade constitui-se fonte de rendimento e subsistência para a maioria da comunidade. Porém, em muitas zonas do país, particularmente a província de Gaza a produção do milho é limitada devido a influência do clima e esta situação deixa os agricultores vulneráveis aos eventos extremos tais como: Seca e Cheias, (Sitoe, 2005).

A província de Gaza situa-se em área de transição climática, ou seja de clima sub-húmido a árido, segundo a classificação climática de Thornthwaite, necessitando, porém de conhecimento detalhado das condições de variabilidade climática. Tal conhecimento é fundamental para o bom desenvolvimento da produção de milho.

A falta de avaliação ou de estudos sobre a variabilidade climática nos diferentes períodos da região é uma situação preocupante para a sociedade local. No entanto, verifica-se perda de culturas em vários períodos, devido a irregularidade de chuva que caem na região, temperaturas elevadas, ar seco, não podendo satisfazer as necessidades hídricas das culturas o que culmina com a obtenção de baixos rendimentos, risco de falha nas culturas.

A necessidade de pesquisar-se a produção de milho passa pelo facto de esta, ser uma cultura praticada pela maioria da população local, com cerca de 80% da população (IIAM, 2012) e originar vários subprodutos de grande importância para a sociedade, além de constituir fonte de alimentação para a população local. Não só, a agricultura e o meio ambiente são as áreas que estão susceptíveis as maiores alterações, devido á fragilidade dos ecossistema e á sua dependência do clima, mesmo pequenas mudanças podem acarretar em perdas de espécies de

flora e da fauna. Outra alteração importante pode ocorrer, é no ciclo hidrológico o que pode vir a modificar significativamente a forma de fazer a agricultura (Santos, 2001).

Contudo, o estudo de variações climáticas envolvendo actividades humanas são extremamente importante para a sociedade, visto que as mesmas fornecem informações necessárias e relevante para o planeamento das actividades agrícola na região.

1.3 Descrição da área de estudo

1.3.1 Caracterização geral da província de Gaza

A província de Gaza localiza-se a sul de Moçambique, tem uma área de 75 539 Km² e de acordo com os resultados finais do Censo de 2007, a província tem uma população de 1, 236, 284 habitantes, representando um aumento de 9,1% em dez anos.

A sua capital é a cidade de Xai-Xai, a cerca de 210 km a norte da cidade de Maputo, capital de Moçambique. Gaza faz fronteiras com a província de Manica a norte, Inhambane a nordeste, Maputo, a sul e com a África do Sul e Zimbabwe a oeste; tem ainda cerca de 200 km de costa do Oceano Índico, a sueste e é atravessada pelo rio Limpopo, como mostra a figura 1.1

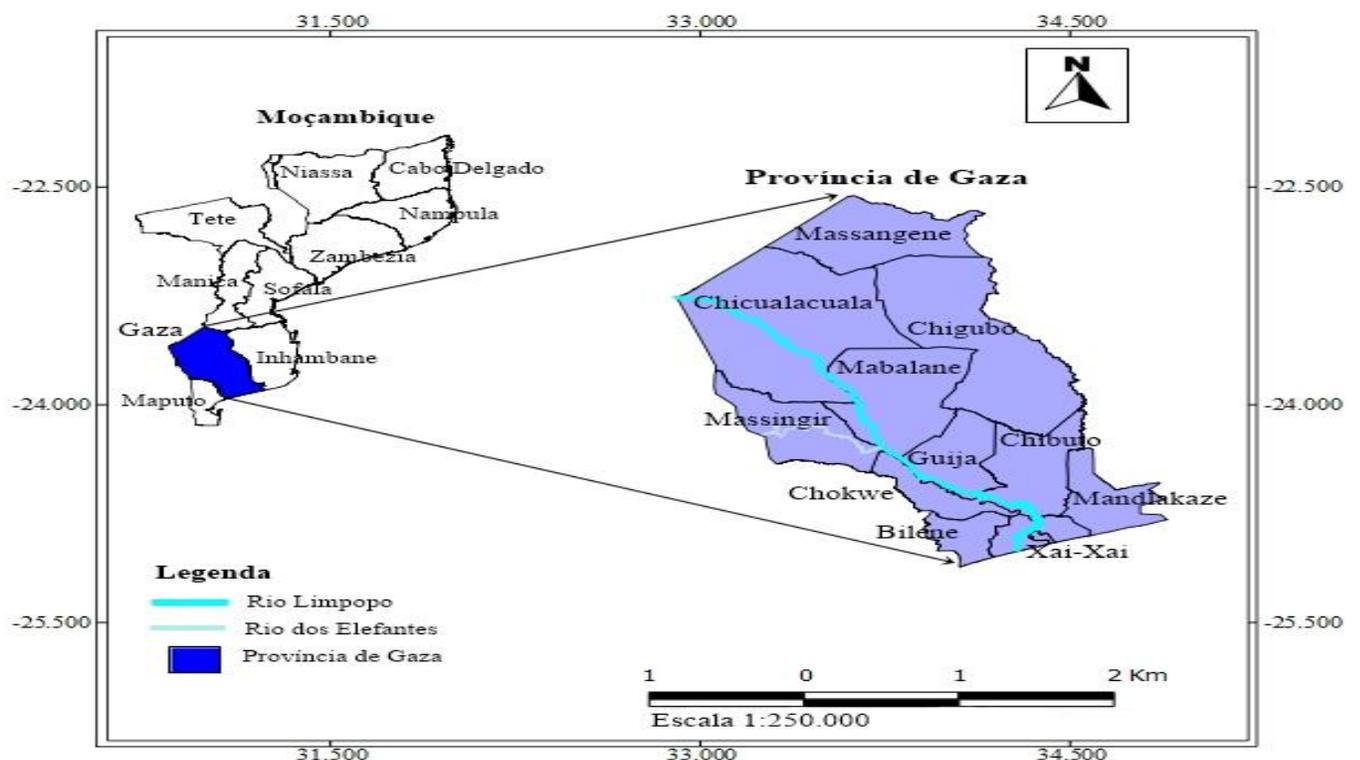


Figura 1.1: Localização geográfica da província de Gaza



1.3.2 Caracterização climática da região

O clima em toda a África Austral em geral é fortemente influenciado pela zona de altas pressões localizada no oceano Índico a leste e no oceano Atlântico a oeste. Duas estações distintas caracterizam a região, a estação quente e húmida (Outubro a Março) e a estação seca e fria (Abril a Setembro), (INGC *et al.*, 2003).

Analisando a tabela 1.1 pode-se verificar que o clima na parte Moçambicana da bacia do Limpopo varia de sub-húmido a árido, da costa para o interior. Pode-se ver no anexo M que na zona de Xai-xai e a zona costeira da Macia, a precipitação média anual esta acima dos 800 mm, diferentemente das zonas de Mazivila e uma parte de Chibuto que oscila entre 701 a 800 mm. Em Chókwè a precipitação varia dos 601 a 700 mm e atingimos valores reduzidos nas zonas de Pafúri, onde a precipitação esta abaixo dos 400mm.

Tabela 1.1 Classificação climática segundo Koppen e Thornthwaite

Local	Coordenadas		Altitude (m)	Critério Climático	
	Latitude Sul	Longitude Este		Thornthwaite	Koppen
Xai-xai	26° 03´	33° 38´	4	Sub-húmido	Tropical Chuvoso de savana
Maniqinique	24° 44´	33° 32´	13	Semi-árido	Seco de estepe
Chókwè	24° 30´	33° 00´	33	Semi-árido	Seco de estepe
Mabote	22° 03´	34° 07´	143	Semi-árido	Seco de estepe com inverno seco
Massingir	23° 53´	33° 31´	106	Semi-árido	Seco de estepe com inverno seco
Chigubo	22° 50´	33° 31´	102	Semi-árido	Seco de estepe com inverno seco
Pafúri	22° 29´	31° 18´	215	Árido	Seco de deserto

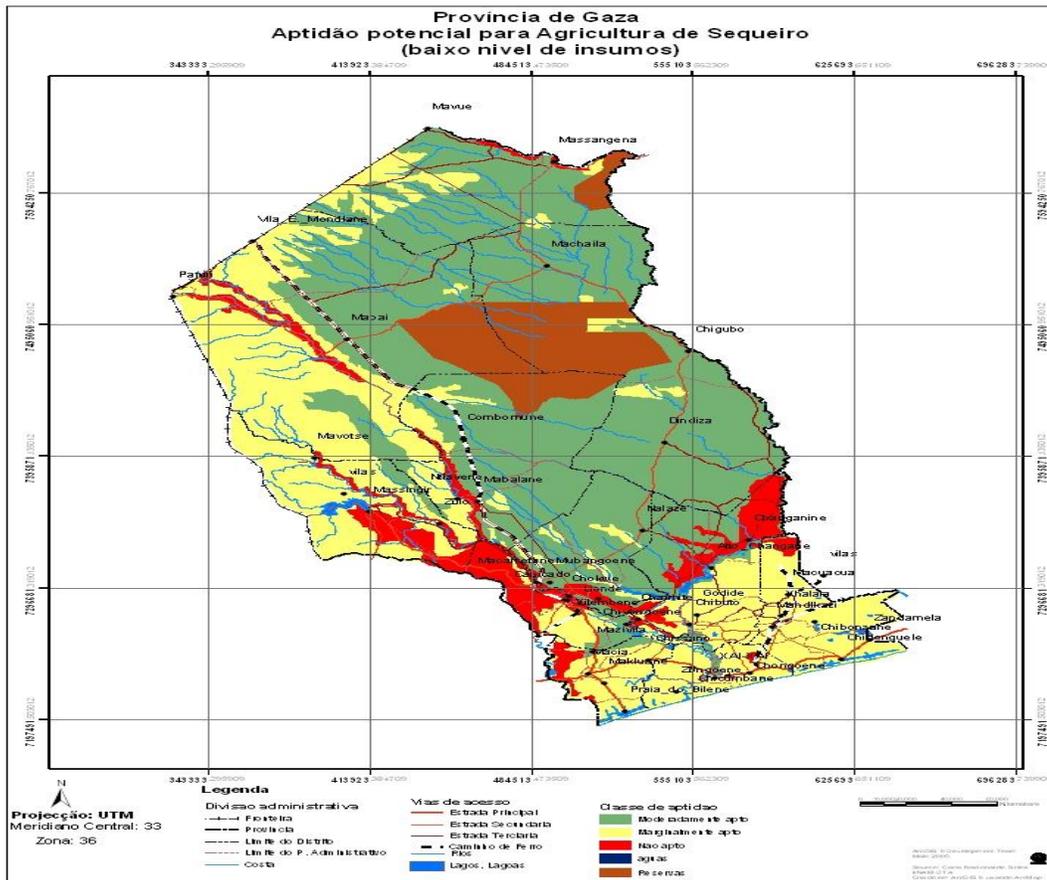
Fonte: INCG *et al.*, citado por Brito *et al.*, (2009)

1.3.3 Sistemas de produção

A produção agrícola na região sul em particular a província de Gaza é feita predominante em condições de sequeiro, uma vez que as condições climáticas determinam. Segundo MADER (2002) pode-se dizer de uma forma generalizada que a região de Gaza é caracterizada pela ocorrência de dois sistemas de produção agrícola dominantes.



O primeiro corresponde á vasta zona arenosa do interior onde domina a consociação das culturas alimentares como Milho, embora os camponeses ainda produzam amendoim e feijão nhemba sem grande sucesso. O segundo sistema de produção é a quele que domina nos regadios, principalmente no sistema de Chókwe e Xai-xai. Na estação quente do ano as principais culturas são o milho e o arroz, em quanto que na época fresca a produção de hortícolas assume maior importância, o milho na segunda época também é produzida com alguma importância embora em consociação com feijão manteiga. Pode-se verificar na figura abaixo, que a partir das zonas de Mazivila em Macia até a zona interior da provincia, representam-se como zonas moderadamente aptas para produção de sequeiro, diferentemente das zonas de Xai-xai, uma parte de Macia e chibuto que configuram-se como zonas marginalmente aptas.



Fonte: DPA-Gaza

Figura 1.2. Aptidão potencial para agricultura de sequeiro



II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a finalidade de organizar e sistematizar as informações para formar base teórica da pesquisa três aspectos foram abordados na revisão bibliográfica: Clima, produção do milho e Influencia do clima na produção do milho.

2.1 Clima

O clima é a sucessão habitual das condições do tempo na região. O clima, o solo e o relevo podem dificultar ou facilitar a expansão da área cultivada. Entre os factores mencionados, o clima é o que exerce maior influência sobre a produtividade e desenvolvimento do sistema agrário (SITOE, 2005)

2.1.1 Elementos Climáticos

Segundo Angelocci *et al.*, (2007), os elementos climáticos são grandezas (variáveis) que caracterizam o estado da atmosfera. Segundo Basch e Andrade (2007) Os elementos climáticos podem ser simples ou complexos. Os elementos simples são normalmente medidos em estações meteorológicas convencionais ou automáticas ou seja: radiação solar, temperatura, humidade relativa, pressão, velocidade e direção do vento, precipitação, pressão atmosférica, a trovoadas e a evaporação. Os elementos climáticos complexos descrevem o efeito climático de causa que estão relacionada entre si ou que actuam conjuntamente para produzir certos aspectos particulares da paisagem fisiográfica e biológica do globo, como sejam a aridez do solo, conforto humano, o rendimento de culturas etc. Nesta secção serão descritos apenas alguns elementos (cinco) climáticos simples, os mais comumente medidos nas estações meteorológicas.

Freire (2005) acrescenta definindo temperatura como sendo quantidade de calor que existe no ar, isto é, corresponde à quantidade de energia absorvida pela atmosfera após propagação do calor absorvido pelo planeta, sendo que a temperatura traduz a sensação de calor ou frio sentido. Ela é medida através de termómetros e exprime-se em graus Celsius (°C), Fahrenheit (°F) ou em Kelvin (K).

Enquanto Ferrari (2012), define precipitação como sendo à água em forma de gotículas ou de cristais de gelo que provém da atmosfera e atinge a Terra. Assim, a precipitação pode ter a forma



de chuva, chuvisco, neve, granizo, sendo que o método mais simples e vulgar de medir a precipitação é por meio de um pluviómetro.

Define ainda A humidade relativa do ar como sendo a relação entre a quantidade de água existente no ar (humidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver, na mesma temperatura (ponto de saturação).

Segundo Margarido (2014) O instrumento utilizado para realização de medição da humidade do ar é chamado de higrómetro. Na confecção desse instrumento é utilizada alguma substancia com capacidade de absorver humidade atmosférico de forma que este vapor de água interagir com o elemento sensor. Outro instrumento utilizado na medição da humidade ambiental é o chamado psicrómetro, que é a composição de dois termómetros, isto é, um termómetro de bolbo seco e um de bolbo húmido.

2.1.2 Mudanças Climáticas

De acordo com o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2007a), citado por Ferrarri (2012) ao longo dos últimos 50 anos tem havido uma mudança climática antropogénica especialmente intensiva em todo o mundo. Essa mudança, que parece ser mais importante do que a variabilidade climática natural, tem afectado o clima e o ciclo hidrológico com extremos que produzem impactos na esfera da sociedade.

Para distinção dos conceitos e denominações para diferentes modificações e alterações do clima Conti (2000) citado por Ferrarri (2012) propôs as seguintes classes de variação: Mudança climática refere-se as variações climáticas além do natural, por períodos prolongados, ocasionadas por acções do Homem, considera ainda a Variabilidade climática como maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registo expressa através de desvio padrão ou coeficiente de variação.

2.1.3 Variabilidade Climática

Segundo ferrarri (2012) os valores observados e medidos dos elementos que compõe o clima não são constantes no tempo e no espaço. Ao longo do tempo, e a cada instante ocorre variações nesses valores e nas interacções entre eles. E para World Meteorological Organization-



Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2006) citado por Ferrarri 2012 define variabilidade climática como maneira pela qual os atributos climáticos variam ao longo de um determinado período de registo, expresso por meio do desvio padrão ou coeficiente de variação

a. Média aritmética

A média aritmética é considerada medida de tendência central, obtêm-se a média aritmética de uma serie constituída de n elementos pela divisão da soma dos elementos pelo número deles. É um quociente geralmente representado pelo símbolo \bar{x} , para uma serie de n valores de uma variável x, a média será obtida pela expressão:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{X}_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad 2.1$$

Onde:

\bar{X} = média da variável do período analisado;

i-N= Observações consideradas de i=1 até N= última observação;

N= Numero de dados da amostra (Número de observações);

X_i = Valor individual da observação (Ano da amostra)

b. Mediana e a Moda

A mediana é definida como o número que se encontra no centro de uma série de números, estando estes dispostos segundo uma ordem, ao passo que a Moda é o valor que ocorre com maior frequência, isto é, o valor mais comum. (Guimarães, 2007)

c. Desvio Padrão

É uma medida de dispersão dos valores de uma distribuição normal em relação a sua média. E se define como a raiz quadrada da variância, fornecendo uma medida de dispersão que seja um número positivo e que utiliza a mesma unidade nos dados fornecidos. Esse desvio padrão indica o grau de variação de um conjunto de elementos.



$$DP = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 2.2$$

Onde: DP- é o desvio padrão;

$(x_i - \bar{x})^2$ – Diferença do quadrado dos valores pela média;

n- é a soma das frequências;

n-1- grau de liberdade.

d. Coeficiente de variação

O coeficiente de variação é uma medida de dispersão utilizada para a comparação de distribuições diferentes; é igual ao desvio padrão dividido pela média, ou seja:

$$c_v = \frac{Dp}{\bar{x}} \quad 2.3$$

Onde: cv- coeficiente de variação;

Dp- desvio padrão;

\bar{x} - Média.

Na maioria dos casos, o coeficiente de variação é multiplicado por 100, portanto passa a ser expresso em percentagem. As fórmulas para o cálculo de média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação utilizada no texto podem ser encontradas em trabalho de Gerardi e Silva (1981) citado por Ferrarri.

2.1.3.1 Variabilidade Climática na parte da bacia do Limpopo

A precipitação média anual na parte nacional da bacia do Limpopo varia entre os 1000 mm na zona costeira aos 350 mm em Pafúri apresentando uma grande variabilidade inter-anual, com um coeficiente de variação de cerca de 40%. Estação seca vai de Abril a Setembro com cerca de 26 a 24% do total da precipitação e a estação húmida ocorre no período quente (Outubro a Março) registando cerca de 76 a 84% do total da precipitação anual. (Reddy, 1986)

Brito *et al.*, (2009) analisaram para o período de 1961-2000 que a precipitação média em Xai-xai variou dos 41 mm em outubro até atingir a máxima média no mês de fevereiro (123 mm), enquanto no período fresco as médias estiveram abaixo de 50 mm e o mês de julho (17 mm) foi o



mês com pouca precipitação. Na região de Chókwè, o mês de janeiro (114 mm) foi o mês que registou altas precipitações na estação chuvosa enquanto o julho (12 mm) também foi o mês que registou baixas precipitações no período seco.

O estudo efetuado por Marques *et al.*, (2006), na zona do baixo Limpopo, indica que em Xai-xai a precipitação média anual é de 1003mm, onde os valores de precipitação média mensal são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 2.1. Valores da precipitação média mensal para estação de Xai-xai

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação média (mm)	123	147	106	96	78	55	47	35	37	59	95	124

Fonte: Marques *et al.*, (2006)

Ainda os mesmos autores afirmam que a precipitação anual apresenta um coeficiente de variação de 33% e a mensal é superior ou igual 66%, sendo superior a 100% nos meses de Fevereiro, Maio e setembro. Neste caso, o fevereiro é o mês mais chuvoso e o agosto apresenta precipitações baixas em relação a todos os meses.

Em relação a temperatura, verifica-se que a temperatura média anual na parte nacional da bacia do Limpopo varia de 23 a 26 °C, sendo que a temperatura média máxima na época quente (Outubro-Março) variar de 31 a 35°C da costa para o interior e a temperatura média mínima na época fria variar 26 a 30°C de costa para o interior (INGC *e tal*, 2003).

Analisando os padrões de temperatura mensal, foi possível verificar no estudo de Brito *et al* (2009), que a temperatura média em Xai-xai no período quente está próximo aos 25 °C e os valor máximo foi de 27°C em Janeiro e Fevereiro, podendo registar valores mínimos abaixo de 20 °C em Junho e Julho. A temperatura máxima no período quente foi esteve acima dos 27°C e abaixo dos 30 °C, principalmente nos meses de Janeiro, Fevereiro Novembro e Dezembro. A temperatura mínima foi de 25°C em Janeiro e Fevereiro, abaixo dos 20°C e próximo dos 15°C no mês de Junho, podendo registar valores quase a 25 °C em Novembro e Dezembro. Em Chókwè, a temperatura média esteve quase aos 28°C no mês de Janeiro e Dezembro e no mês de Junho e Julho esteve abaixo e próximo aos 20°C. A temperatura máxima esteve quase aos 30 °C nos meses de Janeiro e Fevereiro, podendo a tingir 20°C no mês de Julho. O comportamento da



temperatura mínima foi semelhante ao de xai-xai, tendo-se registado uma pequena diferença nos meses de Setembro a Dezembro.

Para Marques *et al.*, (2006) as temperaturas médias para Xai-xai, variam de 18.4 °C e 26.4 °C enquanto a temperatura máxima e mínimas, variam de 25 a 32 °C e de 12 a 22°C respectivamente. E segundo Brito *et al* (2006) verifica-se uma coincidência, entre os padrões de variação da temperatura e da precipitação. Deste modo é possível identificar um período quente e chuvoso, de Novembro a Março, e um outro relativamente fresco e seco, de Maio a Setembro.

2.2. Caracterização agro-ecológica da zona de estudo

Zona agro-ecológica é área com características naturais específicas e que as tornam particulares para o desenvolvimento de certas actividades agro-pecuárias, cuja exploração em outros locais é difícil (Comissal, 2011).O sul do país pode ser dividido, do ponto de vista agro-ecológica, em três diferentes regiões agro-ecológica: R1, R2 e R3. Sendo a província de Gaza predominar duas regiões agro-ecológica, R2 e R3.As regiões diferenciam-se em função da sua fisiografia, clima, solos e o sistema de produção.

Segundo MADER (2002), das zonas agro-ecológica que o país possui a região agro-ecológica R2 compreende as áreas ao longo da zona costeira a sul do rio Savena província de Inhambane e ao longo da zona costeira da província de Gaza e A região agro-ecológica R3 ocupa o centro e norte da província de Gaza e o oeste da província de Inhambane. Esta região agro-ecológica é caracterizada por uma baixa densidade populacional.

2.2.1 Produção agrícola

Tanto na R2 e R3 A base produtiva agrícola revela predominância de culturas básicas alimentares que constituem cerca de 90% da produção total agrícola. A produção básica alimentar é dominada por cereais tais como milho e arroz, sendo o milho a cultura mais predominante, e outras culturas tais como: feijões, mandioca, batata-doce e hortícolas. (MADER, 2002).



2.2.1.1 Característica da cultura de milho

Até atingir a maturação, o milho passa por diferentes etapas de desenvolvimento, em que o seu tempo depende das condições ambientais. Portanto estão descritos as fases do desenvolvimento da cultura de milho segundo Nunes (1985).

I. Desenvolvimento vegetativo

Esta fase é favorecida se a semente encontrar em contacto íntima com o solo, a uma profundidade apropriada. Para germinar a semente necessita de humidade arejamento e de uma temperatura adequada, isto significa que esses todos factores forem controlados significa que a emergência ocorre 7-10 dias após a sementeira. A seguir a emergência a plântula começa a desenvolver as raízes secundários, onde vai necessitar de humidade e nutrientes, neste sentido nas primeiras 4 a 5 semana de vida da planta formam-se todas folhas, sendo visível apenas 6-8 folhas no final desta fase.

II. Pre-floração

A fase de pre-floração é um período crítico e reflete-se na produção porque è nesta fase que vai-se formar amaçaroca. A planta tem agora 8-10 folhas, as raízes iniciam um crescimento muito activo formando raízes adventícias para suportar a planta e melhorar a área radicular de alimentação. Abandeira de maçaroca começa-se a formar-se, pelo que se houver seca entre a 6^a a 8^a semana, o rendimento é afectado.

III. Floração

É muito importante que haja falta de humidade neste período, porque havendo as barbas não aparecem e a fecundação não realiza-se. A Produção pode ser mínima ou as maçarocas podem ter falhas de grão.

IV. Maturação

Durante a 8^a semana, o grão vai passando por varias etapas de maturação ate atingir a maturação fisiológica, quando já esta completamente formado, aparecimento de camada negra.

2.2.2 Evolução da produção e produtividade

No período entre 1996-97 e 2002-03, a produção de milho aumentou significativamente. Este aumento de produção representou um retorno aos níveis de produção verificados antes da guerra



Tal aumento foi resultado de expansão da área de cultivo e crescimento da população rural devido ao retorno dos refugiados de guerra, e não um resultado de um aumento de produtividade agrícola (Cunguara, 2011), E segundo MADER (2010) a produção agrícola no país tende a ser estável e crescente, nos últimos anos. Todavia, o aumento da produção agrícola (ex: cerca de 13% de crescimento de 2000 a 2005) tem sido atribuído fundamentalmente à expansão das áreas de cultivo. Contudo, a região Sul (incluindo sul da Província de Sofala) as condições climáticas variaram nas 3 campanhas:

- a) Na campanha 2006/07 ocorreram défices de precipitação significativas que afectaram negativamente os rendimentos e a produção de milho nessa campanha;
- b) Em 2007/08, embora as precipitações iniciassem bem, registou-se um período de seca em Janeiro associado a temperaturas superiores ao normal, que causou baixos rendimentos e prejudicou a segunda colheita.
- c) Na campanha 2008/09 as condições foram favoráveis com excepção de algumas bolsas localizadas, a sul de Gaza mostra a tabela 2.2

Tabela 2.2 Evolução da campanha agrícola 2001/02 a 2007/08 para produção do milho na província de Gaza

Campanhas agrícolas	Plano	Lavrado	Semeado	Perdido	Colhido	Plano	Real
	Área (ha)					Produção (Ton)	
2001/02	212.8	188.3	171.5	84.8	86.7	174.0	100.9
2002/03	265.0	272.7	271.2	129.7	141.4	270.0	85.0
2033/04	202.1	257.2	250.5	73.1	177.3	114.1	124.9
2004/05	222.7	227.4	211.5	119.5	90.3	173.9	53.5
2005/06	220340.0	-----	194402.0	58209.0	136193.0	184664.0	170000.0
2006/07	297714.0	268037.0	244836.0	57235.0	187601.0	189107.0	131321.0
2007/08	250.7	233.9	233.0	46.1	186.9	276.2	125.3

Fonte: DPA-Gaza

2.3 Condições climáticas da produção do Milho

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura, e radiação solar. A cultura de milho necessita que os índices dos factores climáticos especialmente



a temperatura, a precipitação e a insolação atinjam níveis considerados óptimos, para que o seu potencial genético de produção expressa-se ao máximo, (Alvarenga *et al.*, 2010)

A. Temperatura

Em relação aos elementos climáticos, Pelegrini *et al.*, (2006) afirma que a temperatura do ar desempenha um papel importante dentre os factores que condicionam o ambiente propício aos animais e às plantas. De uma maneira geral, cada ser vivo tem exigência próprias quanto às variações de temperatura requerendo uma faixa óptima, dentro da qual o crescimento e o desenvolvimento ocorrem normalmente.

Segundo Alvarenga *et al.*, (2010) A variação de temperatura influencia nos processos metabólicos que ocorrem no interior da planta. Nos momentos em que a temperatura é mais elevada, o processo metabólico é mais acelerado e no período mais frio metabolismo tende a diminuir. Essa oscilação metabólica ocorre dentro dos limites extremos tolerado pela cultura de milho, compreendido entre 10°C e 30°C. Abaixo de 10°C, por períodos longos, o crescimento da planta é quase nulo e sob temperaturas acima de 30°C, também por períodos longos, durante a noite o rendimento de grãos decresce em razão de consumo dos produtos metabólicos elaborados durante o dia. Neste caso, a temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, está compreendida entre 24 e 30 °C. Para Nunes (1985), o milho prefere um clima moderadamente quente, com temperaturas médias de 22 e 25 °C e luz durante a maior parte das horas do dia.

De acordo com FAEF (2004), a temperatura mínima para o cultivo do milho é de 10°C e a máxima situa-se a 45°C, portanto os rendimentos são escassos nos seus limites superiores e inferior. Mas a temperatura média e óptima para o cultivo do milho situa-se entre 18 e 30°C;

B. Precipitação

As necessidades de água da cultura do milho segundo FAEF (2004) variam entre 320 mm e 480 mm na época fria e quente, respectivamente e é pouco sensível a variações de luz, não obstante prefere dias longos, principalmente na etapa de floração.

Segundo Landau *et al.*; (2010), a cultura de milho demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatório sem necessidade de irrigação. Em condições de



clima quente raramente excede um consumo de 3 mm/dia de água. No período da iniciação floral á maturação, o consumo pode atingir 5 a 7 mm/ dia.

C. Humidade relativa e Luz

A humidade é muito importante quando faz-se a cultura de sequeiro, principalmente para garantir a germinação e no período crítico para assegurar a formação de grãos. A luz é um factor indispensável a produção de grãos de milho. Se observar-se um campo de milho, as plantas que desenvolvem à sombra de uma árvore tem um desenvolvimento menor e uma produção deficiente, (Nunes, 1985)

Pelegrini et al., (2006) afirma também em relação a humidade atmosférica que é um factor determinante para as atividades, afetando o desenvolvimento de plantas, pragas e doenças e o conforto térmico animal e humano. Com relação aos vegetais, altas concentrações de vapor favorecem a absorção directa de humidade pelas plantas e o aumento da taxa de fotossíntese. A humidade afecta também a transpiração, que é tanto mais intensa quanto mais seco se encontra o ar.

2.4 Impacto do fenómeno el nino na produção agrícola

Segundo INIA (1997), O fenómeno el nino é o aquecimento local das águas superficiais na zona equatorial do oceano pacífico central e oriental na altura da costa peruana na américa do sul, o qual afecta a circulação atmosférica em todo mundo. O máximo aquecimento das águas produz-se geralmente no mês de dezembro podendo chegar a 10 °C acima do normal na costa do perù e a 4 °C acima do normal no pacífico central.

A oscilação sul (SO) é o movimento de balanço este-oste de massas de ar entre o pacífico e a área indo-Australiana. Esta associada com padrões típicos de vento e com el nino e é medida pelo índice de oscilação sul (SOI). Em Moçambique, nos anos em que o fenómeno ENOS faz-se sentir reduzem-se os níveis de precipitação e Gaza é uma das província que sofre redução em mais de 50% em relação ao rendimento médio. O efeito da redução dos níveis de precipitação dá-se principalmente nos meses de janeiro e fevereiro mas pode continuar até abril.



O estudo feito sobre impacto de ENOS na precipitação no período de 1951-1995 indicam que foi afectado negativamente os níveis de precipitação e trouxe efeito negativo nas campanhas agrícola 72/73, 82/83, 91/92 e 94/95.

2.5. Uso de pacote estatístico para a análise de dados

O software STATISTIX é um programa integrado para gerenciar Análise Estatística e Bases de Dados, caracterizando uma ampla selecção do processo analítico, do básico ao avançado, para as mais diversas áreas - Ciências Biomédicas, Biológicas, Engenharias, Ciências Sociais, Agrárias, Pacheco e Ogliari, (2011). O sistema não inclui somente procedimentos estatísticos e gráficos gerais, mas, também, módulos especializados (Análise de regressão, análise de sobrevivência, séries temporais, análise factorial, análise discriminante e diversos outros módulos).

I. Correlação

É o estudo do grau de associação entre variáveis. Na correlação interessa observar se duas ou mais variáveis são independentes ou variam juntas. Como o objectivo da análise de correlação é medir a intensidade de relação entre as variáveis, devemos estar atentos aos princípios desta relação. Nas correlações supostamente lógicas, as relações causais se compreendem claramente. Nas chamadas correlações ilusórias não se encontra nenhuma conexão razoável entre as variáveis.

Existe dois tipos de correlação: correlação Simples quando se estuda o grau de relação entre duas variáveis, sendo uma dependente (Y_i) e outra independente (X_i). Correlação múltipla quando se estuda o grau de relação simultânea entre a variável dependente e duas ou mais variáveis independentes.

O coeficiente de determinação deve ser interpretado como proporção da variação total da variável dependente, que é explicada pela variação da variável independente, além de medir a qualidade do ajuste linear simples, visto que quanto mais próximo o coeficiente de determinação estiver da unidade, melhor será o ajuste. Apresenta valores sempre positivos e sua expressão é dada por:

$$R^2 = \frac{b^2 [\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}]}{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}} \quad \text{Onde } 0 \leq R^2 \leq 1 \quad 2.4$$

Onde: r^2 – é o coeficiente de determinação;

b- coeficiente angular da recta de regressão;



x e y – são as variáveis consideradas;

n- é o tamanho da amostra.

O coeficiente de correlação (r) fornece o grau de relacionamento linear entre duas variáveis, ou seja, mede a correlação entre duas variáveis. O valor de r pode variar entre -1 e $+1$, sendo que quando o coeficiente é maior que zero significa que a correlação linear é positiva e quando o coeficiente é menor que zero significa que a correlação linear é negativa. Porém, se r for igual ou próximo de zero, diz-se que não existe correlação linear, porém pode existir correlação não linear entre as variáveis. O valor de r pode ser obtido através da expressão:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad 2.5$$

r é o coeficiente de correlação entre as variáveis;

X e Y são as variáveis consideradas;

n é o número da amostra.

O teste de hipóteses de t-student é utilizado para pequenas amostras de tamanho $n < 30$ para variáveis independentes, onde determina se duas amostras provêm de populações com médias diferentes. Pode-se dizer que a distribuição de t-student é uma distribuição amostral estatística de pequena amostra, porém os resultados obtidos são válidos tanto para as grandes como para as pequenas amostras. Nesta distribuição, podem ser definidos os intervalos de confiança de 95 e 99% ou outros, mediante o emprego da tabela da distribuição t. (Britos, 2007). A equação de determinação do nível de significância é expressa por:

$$t = r \sqrt{\frac{n-1}{1-r^2}} \quad 2.6$$

Onde: t é o estatístico t student;

n-1 é o grau de liberdade;

r é o coeficiente de correlação de person.

O resultado dessa equação, para confirmar a existência de correlação significativa deve ser maior que o valor tabelado. (Magalhoes & Lima, 2008) citado por Domingues (2010).



III. METODOLOGIA

Neste capítulo estão apresentados os materiais e métodos, com os respectivos procedimentos que foram empregues na realização deste trabalho. No geral, foram usados três métodos para realização do trabalho:

- ✚ Método de Colecta de dados;
- ✚ Desenvolvimento de métodos estatísticos;
- ✚ Método de análise e discussão dos resultados.

a) Colecta de dados

Na colecta de dados, foram utilizados duas técnicas que são: Pesquisa bibliográfica e documental. Na Pesquisa bibliográfica, foi feita a leitura e o fichamento do material colectado. E na Pesquisa documental foi realizada com objectivo de obter informação e documentos existentes nas áreas de interesse.

b) Uso de métodos estatísticos

Os métodos estatísticos foram desenvolvidos com base nos princípios matemáticos, ligados a estatística descritiva recorrendo-se à folha de cálculo do Excel, do Office 2007 e uso do software statistix para a validação de dados, bem como para análise de correlação linear.

c) Análise e discussão dos resultados

A primeira fase consistiu na análise dos dados climáticos de modo a estudar o comportamento de precipitação e temperatura e de seguida, foi feito a análise do efeito de elementos climáticos no rendimento do milho.

3.1 Metodologia aplicada para caracterização de precipitação e temperatura

Para a caracterização dos elementos climáticos (Temperatura e precipitação), foi feito o levantamento dos dados Meteorológico, posteriormente a validação de dados e em seguida análise descritiva e interpretativa dos dados, que compreendeu com o cálculo das variáveis estatísticos e construção dos gráficos individuais dos elementos de temperatura e precipitação.



3.1.1 Obtenção de base de dados

Os dados climáticos (Temperatura e precipitação), na escala mensal, foram cedidos pelo Instituto Superior Politécnico de Gaza pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia referente a 10 estações da província de Gaza.

Esses dados, porém apresentava falhas, que foram preenchidas com auxílio de dois softwares: Microsoft Excel 2007 e statistix, através de método de regressão linear e múltipla.

Esta foi dividida em duas etapas: a primeira, consistiu na organização de banco de dados climáticos no programa Excel e em seguida esses dados foram transportados para o software statistix onde foi feito a correlação de dados da estação com falhas, e as várias estações vizinhos com dados disponíveis, com vista a ajustar uma equação do tipo:

$$P_x = a.P_y + b.P_z + c.P_w + d, \text{ Onde:} \quad 3.1$$

P_x =É a variável a ser determinada na estação X com falha;

$P_y, P_z, e P_w$, São variáveis nas estações vizinhas;

A, b, c, d São coeficiente a ajustar com base nas séries de dados disponíveis das quatro estações.

3.1.2 Procedimentos de análise climática

Para analisar a dinâmica das variações climática nos quatro distritos da província de Gaza, considerando a variabilidade climática, foram utilizados, primeiramente, os dados anuais e mensais de Temperatura média, temperatura máxima e mínimas assim como a precipitação média total para o período de 15 anos (1985-1999) e, depois, de uma série mais curta, de 12 anos (2000-2012). As medidas consideradas foram a Media, Moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação, por meio de seguintes passos:

a) Cálculo de média aritmética

Foi obtido adicionando-se todos os valores da variável a ser estudada e dividindo-se o resultado pelo número total de ocorrências conforme a equação 3.2.

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{X}_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad 3.2$$



Onde:

\bar{X} = média da variável do período analisado;

i-N = Observações consideradas de i=1 até N= última observação;

N = Numero de dados da amostra (Número de observações);

X_i = Valor individual da observação (Ano da amostra).

b) Determinação da mediana (Me)

Foi obtido mediante a organização de dados, com intuito de encontrar o valor que estiver no meio da série de dados considerados. O valor encontrado indica 50% dos dados acima desse valor e 50% estão abaixo do valor encontrado.

c) Determinação da Moda (Mo)

Foi determinada com vista a encontrar o valor mais repetitivo na serie considerada;

d) Cálculo de desvio padrão (Dp)

Foi calculado através da equação abaixo (3.3), que determina a dispersão ou a variabilidade dos dados em torno do valor central, a média.

$$Dp = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.3)$$

Onde:

Dp = Desvio padrão;

\bar{x} = média da variável do período analisado;

N = Numero de dados da amostra (Numero de observações);

X_i = Valor individual da observação (ano da amostra);

N-1 - Grau de liberdade.

a) Cálculo do coeficiente de variação (CV)

Que define a dispersão em torno da média e assinala a relação entre o desvio padrão e a média através da equação 3.



$$c_v = \frac{Dp}{\bar{x}} * 100 \quad (3.4)$$

Onde,

CV= coeficiente de variação (%);

Dp= Desvio padrão;

\bar{X} = média do período.

Feita a determinação das variáveis de dispersão dos elementos climáticos, de seguida foi feito a organização de um banco de dados meteorológicos contendo séries de todos elementos climáticos, onde foi construído gráficos individuais e tabelas de cada variável climática, em cada estação meteorológica no programa Microsoft Excel. Com isso foi possível averiguar os anos e períodos críticos, isto é, a determinação do ano e período mais quente e mais frio, assim como o ano e período mais chuvoso e seco.

3.2 Metodologia aplicada para análise do efeito da temperatura e precipitação na produção de milho

A proposta de estudo necessitou abordar procedimentos metodológicos para alguns enfoques dentro da pesquisa, utilizando para tal um tipo de base de dados. Esse enfoque diz respeito a evolução da cultura de milho. Para analisar o efeito dessas variáveis climáticas na produção do milho, primeiro foi feita a caracterização da evolução das três variáveis: Área colhida, Produção e rendimento.

3.2.1 Base de dados

A base de dado adquirido refere-se a dados de produção agrícola (cultura de milho), isto é, dados referente a área colhida (ha) e produção em toneladas. Para todos, as fontes de busca foram a direcção provincial de agricultura e segurança alimentar, através dos serviços provinciais agrícola (SPA) por meio de relatórios de campanha agrícolas, onde foi obtido dados por distrito da campanha agrícola 1999/2000 a 2011/2012 para cada distrito. Além desse instituto, obteve-se mais dados de período diversos junto ao Ministério de agricultura e segurança alimentar, através da direcção de documentação e informação agrária, por meio de anuários estatísticos e relatórios anuais.



3.2.2 Materiais e Métodos

Para o efeito de descrição de sistema de Produção dentro da série temporal escolhida, foi usado o Microsoft Excel para construção de tabelas ou gráficos individuais que ilustram a variação da produção agrícola no período analisado.

I. Produção agrícola

Os dados de produção agrícola na análise da evolução temporal envolveram três variáveis: Área colhida (ha), quantidade produzida ou produção (ton) e o rendimento (ton/ha) referente aos períodos de 1999/2000 a 2011/12. Utilizando dados de área colhida e de produção, calcularam-se dados de rendimento.

$$Rend. = prod \backslash A \quad (3.5)$$

Em que:

Pro= produtividade ton/ha;

Prod= produção de milho (ton);

A= área colhida (ha).

Os dados dessas três variáveis foram organizados em planilhas de software Excel e seus resultados estão apresentados em tabelas e gráficos. A representação das variáveis de produção foi agrupada em período dos anos agrícolas já identificado, apresentando nesses intervalos os anos que apresentaram as maiores e menores variações de rendimento.

4.3 Analisar a relação entre a temperatura e precipitação com a produção do milho

A análise dessas variáveis climáticas com a produção do milho, foi feito somente para o período de 2000-2012, visto que o período de 1985-1999 não apresentou dados de rendimento de milho em distritos, o que permitiu efectuar análise somente para único período. Portanto, para o efeito de análise, foi determinado a temperatura média e a precipitação média para cada época agrícola e de seguida foi determinada as correlações assim como a significância dessa relação.



4.3.1 Materiais e Métodos

Para efeito de análise, foi usado o software Excel 2007 e Statistix 9, onde primeiro foi organizado os dados em coluna no Excel e colar a coluna selecionada dentro da planilha do programa Statistix que permitiu seguir todos os procedimentos necessário para obter os resultados. Mas também as mesmas análises, como é o caso de correlação e significância estatística foi feita no Excel o que permitiu uma comparação desses resultados.

I. Determinação das médias de temperatura e precipitação nas épocas agrícolas 1999/2000 a 2011/12

Para estudar o regime de temperatura (máxima e mínima) e precipitação com os rendimentos do milho foi determinado a média de cada época considerando que a campanhas agrária em Moçambique tem seu início no mês de outubro, então foi analisada as médias das variáveis climática a partir do mês de outubro do ano 1999 a setembro do ano 2000 completando assim a época agrícola 1999/2000 e o procedimento foi feito para os anos seguintes, visando analisar a relação das variáveis climáticas com o rendimento do milho.

II. Análise das correlações e significância estatística

Para determinar a relação do comportamento entre as variáveis de temperatura e precipitação (variáveis independente) com o rendimento (dependentes das variáveis temperatura e precipitação) utilizaram-se modelos matemáticos denominados correlação e regressão. As equações desses modelos foram: Equação de regressão linear simples (ajuste da recta), coeficiente de determinação (r^2), Coeficiente de correlação (r) e diagrama de dispersão. Quanto a análise de regressão linear simples, teve-se a recta estimada da regressão $y = a + bx$, onde:

y = valor calculado na recta de regressão para os valores de x ;

a = ordenada do intercepto da recta no eixo y ;

b = coeficiente angular da recta de regressão;

O coeficiente de determinação (r^2) Foi interpretado como a proporção da variação total da variável dependente (rendimento do milho), que é explicado pela variação independente (temperatura e precipitação).



O resultado da análise de correlação linear foi expresso na forma de um coeficiente de correlação (r), pois, este é um número que identifica o grau de relação obtido para os pares de valores de duas variáveis que formam a mostra analisada.

O resultado obtido de coeficiente de correlação foi classificada de acordo com o sentido, se é positivo ou negativo e a intensidade, podendo ser forte, moderada ou fraca. Forte, quando o coeficiente for maior que 0.7, moderada de 0.3 a 0.6 e fraca de 0.0 a 0.3 (Crespo, 2002).

Para confirmar se a correlação existente entre as variáveis é significativa, avaliou-se o coeficiente de correlação a nível de significância de 5%, ou seja a nível 95% de confiança pelo teste t de student com $n-2$ de graus de liberdade.



IV. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da análise da variabilidade climática para as temperaturas médias (máximas e mínimas) e precipitação para os distritos em estudos. Antes disso são apresentados as equações usadas para preenchimento de falhas das variáveis em estudo. É apresentado também análise da área colhida, produção e rendimento de milho bem como a influência das variáveis climáticas (Temperatura e precipitação) no rendimento da mesma.

4.1 Validação de dados

Na tabela 4.1 e 4.2, são mostrados os resultados encontrados das equações empreguem no processo de preenchimento de falhas, para a variável temperatura (máxima e mínima) e precipitação na Estação de Xai-xai, Macia, Chókwè e Maniquenique. Os coeficientes de correlação entre os valores medidos, são apresentados nos anexos B, C e D.

Tabela 3.1 Equações de temperatura empregue no preenchimento de falhas

Estações	Temperatura média máxima
Xai-xai	$2.60206 + \text{Macia} * 0.52296 + \text{Massangena} * 0.3132$
	$1.67422 + \text{Bilene} * 0.38517 + \text{Macia} * 0.48104$
	$3.98195 + \text{Bilene} * 0.17007 + \text{Manjakaze} * 0.00454 + \text{Massingir} * 0.61401$
Macia	$7.6916 + \text{Bilene} * 0.58929 + \text{Xai-xai} * 0.17021$
Chókwè	$1.46517 + \text{Macia} * 0.66097 + \text{Maniquenique} * 0.30796$
Maniquenique	$3.05369 + \text{Macia} * 0.83291 + \text{Manjakaze} * 0.0874$
	$0.70681 + \text{Macia} * 0.36833 + \text{Manjakaze} * 0.62293$
	$2.27346 + \text{Macia} * 0.70189 + \text{Alto-Changane} * 0.2187$
Temperatura média Mínima	
Xai-xai	$0.0929 + \text{Maniquenique} * 0.74728 + \text{Manjakaze} * 0.33457$
	$2.11219 + 0.4944 * \text{Macia} + \text{Chókwè} * 0.52207$
	$20.6026 + \text{Manjakaze} * 0.30591$
Macia	$7.6916 + \text{Bilene} * 0.58929 + \text{Xai-xai} * 0.17021$
	$20.5036 + \text{Xai-xai} * 0.31507$
Chókwè	$1.46517 + \text{Macia} * 0.66097 + \text{Maniquenique} * 0.30796$
Maniquenique	$3.05369 + \text{Xai-xai} * 0.0874 + \text{Macia} * 0.83291$
	$2.75912 + \text{Manjakaze} * 0.92216$



Tabela 4.2 Equações de precipitação empregue no preenchimento de falhas

Estações	Precipitação média (mm)
Xai-xai	$32.9349 + \text{Alto-Changane} * 0.47179 + \text{Manjakaze} * 0.41059$
	$21.5343 + \text{Macia} * 0.56377 + \text{Bilene} * 0.18062$
	$29.4714 + \text{Macia} * 0.48946 + \text{Alto-Changane} * 0.37265$
Macia	$9.08893 + \text{Xai-xai} * 0.48689 + \text{Chókwè} * 0.59931$
	$12.9074 + \text{Xai-xai} * 0.80729$
Chókwè	$6.54792 + \text{Macia} * 0.29165 + \text{Alto-Changane} * 0.36209$
	$6.2414 + \text{Macia} * 0.53899$
Maniquenique	$29.9017 + \text{Alto-Changane} * 0.67499$
	$6.10489 + \text{Macia} * 0.33691 + \text{Bilene} * 0.05335 + \text{Xai-xai} * 0.3585$

4.2 Análise da variabilidade climática

4.2.1 Período de 1985-1999

A. Temperatura média

A temperatura média anual durante a série temporal considerada (1985-1999) para Xai-xai foi de 23.4°C, com média mais elevada de 24.6°C registada no ano 1992 e a média mais baixa foi de 22.1°C, registada no ano 1994. Em Macia a média foi de 23.3°C, com média mais elevada de 25.1°C em 1992 e a média mais baixa foi de 22°C em 1985. Em C hókwè, a média foi de 24°C, com média mais elevada de 24.7°C, em 1992 e a média mais baixa de 23.5, em 1985 e 1994. E em Maniquenique registou a média de 23.8°C, com a mais elevada de 24.9 °C em 1992 e mais baixa de 23.2°C em 1989, como pode-se verificar no anexo D.

A análise do comportamento dessa variável climática ao longo da série gráfico 4.1 mostrou que dos 15 anos de análise somente seis apresentaram temperatura média anual abaixo da média em Xai-xai e sete anos apresentaram temperatura acima da média (23.4°C). Em Chókwè, durante os seis anos, a temperatura esteve abaixo e acima da média, sendo o ano de 1992 com elevada média de temperatura. E somente no ano de 1993 e 1997 a temperatura média manteve-se constante da média da temperatura média.

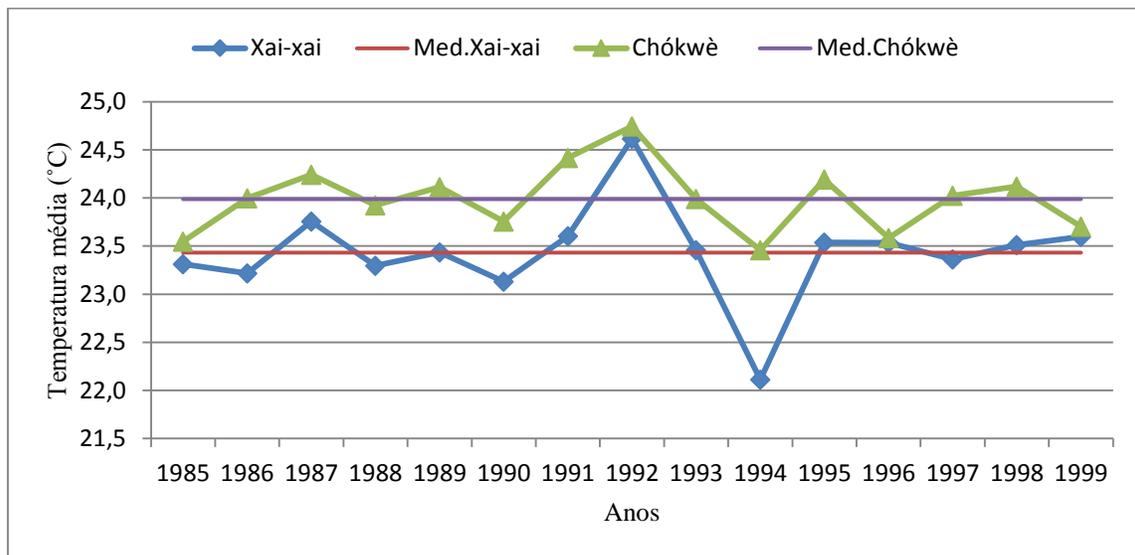


Gráfico 4. 1. Temperatura média anual para Xai-xai e Chókwe no período de 1985-1999

Foi evidenciado também em Macia que a temperatura média anual apresentou muitos valores não próximo a média e só durante em seis anos que os valores médios estiveram abaixo da média e em sete anos apresentou a temperatura acima da média (23.3°C). Em Maniquenique, durante os sete anos, a temperatura esteve abaixo e acima da média, e somente em um ano que a temperatura igualou-se a temperatura média, como pode-se verificar no gráfico abaixo.

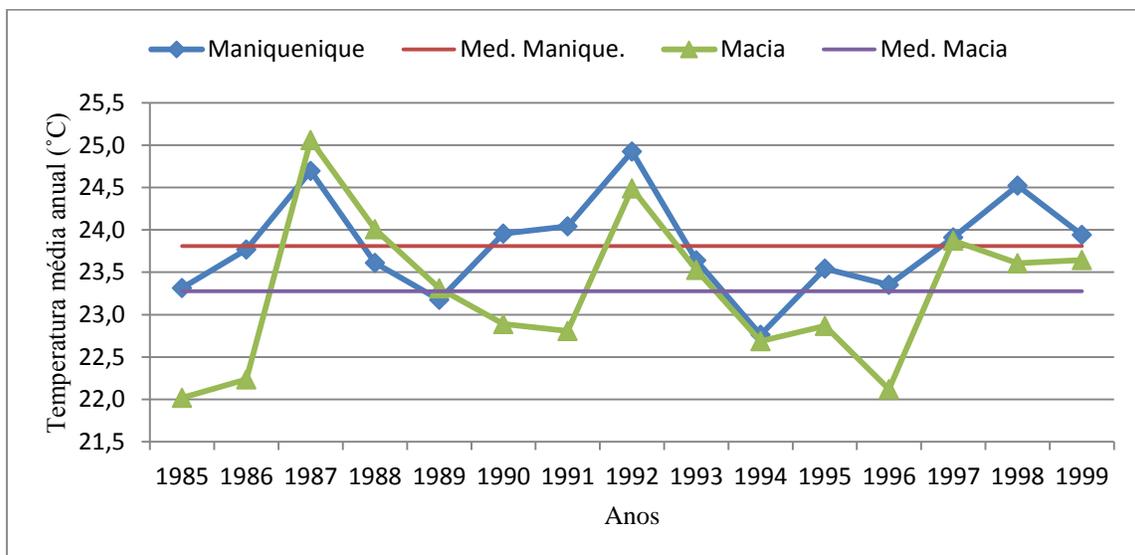


Gráfico 4.2. Temperatura média anual para Macia e Maniquenique no período de 1985-1999

Quanto a análise do comportamento mensal, pode-se verificar no gráfico 4.3, que os meses do primeiro trimestre (Janeiro, Fevereiro e Março), as médias mensais estiveram acima de 24°C os meses do quarto trimestre (Outubro, Novembro e Dezembro), as médias estiveram acima de 23°C, considerando-se as mais quentes do ano. As temperaturas médias críticas ou baixas verificaram-se nos meses de Junho e Julho e variaram dos 19 a 20°C, principalmente no mês de Junho.

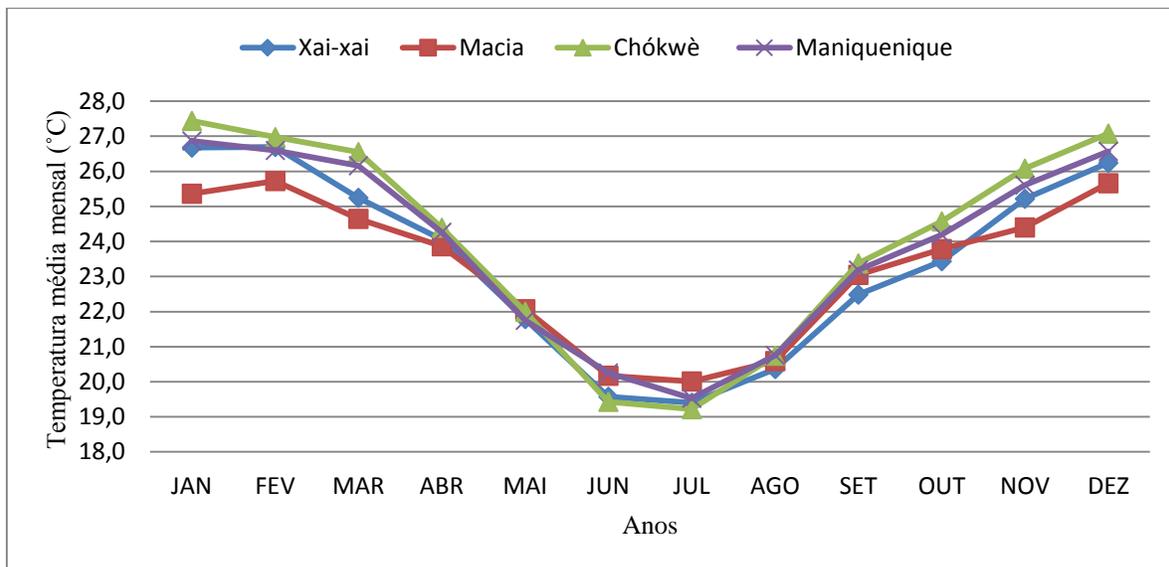


Gráfico 4.3. Temperatura média mensal para período de 1985-1999

Em relação ao coeficiente de variação, pode-se dizer que Julho (11%) foi o mês que apresentou maior coeficiente de variação e o mês de Janeiro e Novembro (3%) foram os que representaram por menores coeficiente de variação para Xai-xai, apontando pela pequena variabilidade de temperatura nesses meses. Em Macia, Julho e Dezembro (15%) foram os meses com maior coeficiente de variação diferentemente de Fevereiro e setembro (9%) que apresentaram menor coeficiente de variação. No Chókwè, o maior coeficiente de variação foi verificado no mês de Maio (7%) enquanto o Janeiro (3%) foi o mês com menor coeficiente. E em Maniquenique, Junho (13%) foi o mês com maior coeficiente de variação enquanto os meses de Fevereiro, Março, Abril e Dezembro (4%) foram os meses com menor coeficiente de variação, como pode-se ver na tabela abaixo.



Tabela 4.3. Valores médios mensais, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura média no período de 1985-1999

Meses	Xai-xai			Macia			Chókwè			Maniquenique		
	T.média	DP	CV	T.média	DP	CV	T.média	DP	CV	T.média	DP	CV
JAN	26.7	0.87	3.00	25.4	2.84	14	27.4	0.89	3.0	26.9	1.16	5.0
FEV	26.7	1.05	4.00	25.7	1.95	9	27.0	1.23	4.0	26.6	1.20	4.0
MAR	25.2	2.61	11.00	24.6	2.84	14	26.6	0.95	4.0	26.2	1.05	4.0
ABR	24.1	0.98	4.00	23.9	2.28	12	24.4	1.14	5.0	24.3	1.08	4.0
MAI	21.8	1.14	5.00	22.1	2.02	11	22.0	1.57	7.0	21.8	1.12	5.0
JUN	19.6	0.86	5.00	20.2	2.25	13	19.4	0.89	5.0	20.3	2.11	13.0
JUL	19.4	1.42	9.00	20.0	2.50	15	19.2	0.89	6.0	19.5	1.60	10.0
AGO	20.4	1.08	6.00	20.6	1.66	10	20.7	1.00	5.0	20.8	0.99	5.0
SET	22.5	1.04	5.00	23.1	1.71	9	23.4	1.03	5.0	23.2	1.07	5.0
OUT	23.4	1.50	7.00	23.8	2.05	10	24.6	1.30	5.0	24.2	1.46	6.0
NOV	25.2	0.81	3.00	24.4	2.50	12	26.1	1.01	4.0	25.6	1.28	5.0
DEZ	26.2	1.05	4.00	25.7	3.33	15	27.1	1.13	5.0	26.6	1.09	4.0
Média	23.4	1.2	5.5	23.3	2.3	12.0	24.0	1.1	4.8	23.8	1.3	5.8

B. Temperatura máxima

Verifica-se que neste período de 15 anos a média das temperaturas máximas anuais para Xai-xai é de 28.9°C, com maior máxima de 30.2°C registado no ano de 1992 e mínima de 27.4°C em 1994. Para Macia a media tende a elevar-se para 29.2°C com maior valor de 30.1°C registado no ano 1987 e mínima de 28.1°C registado no ano de 1991. Para Chókwè e Maniquenique a média manteve-se constante a 30.1°C, sendo 1992 o ano com muito calor, conforme o anexo E.

A distribuição de temperatura máxima ao longo dos 15 anos da série, como mostra o gráfico 4.4, registou-se 8 valores abaixo da média (28.8°C) e somente 5 valores acima da média para Xai-xai. Chókwè, registou 9 valores abaixo e 6 valores acima da média (30.1°C)

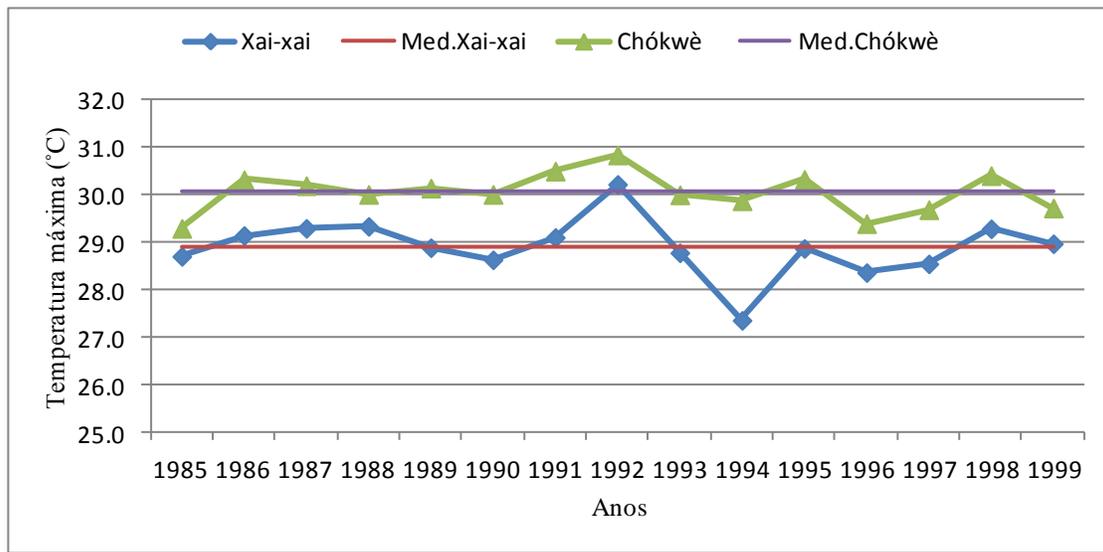


Gráfico 4.4. Temperatura média máxima anual para Xai-xai e Chókwè no período de 1985-1999

Ainda na análise desta variável, gráfico 4.5, pode-se verificar que Macia registou 6 valores abaixo, 5 valores acima e 3 valores iguais a media (29.2°C) e em Maniquenique registou-se 6 valores abaixo e 8 valores acima da média (30.1°C).

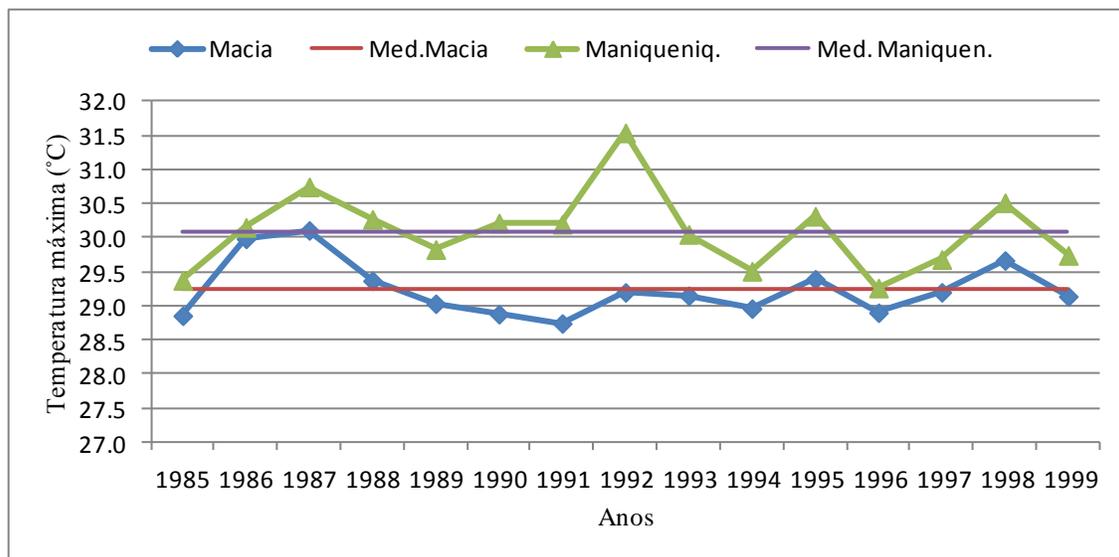


Gráfico 4.5 Temperatura média máxima anual para Macia e Maniquenique no período de 1985-1999

Quanto a análise do comportamento mensal, pode-se verificar no gráfico 4.6, que os meses do primeiro trimestre (Janeiro, Fevereiro e Março), as médias mensais estiveram acima de 30°C os meses do quarto trimestre (Outubro, Novembro e Dezembro), as médias estiveram acima de 29°C, considerando-se as mais quentes do ano. As temperaturas médias críticas ou baixas verificaram-se nos meses de Junho para Macia e Julho para outras estações onde variaram dos 25 a 26°C, principalmente no mês de Junho.

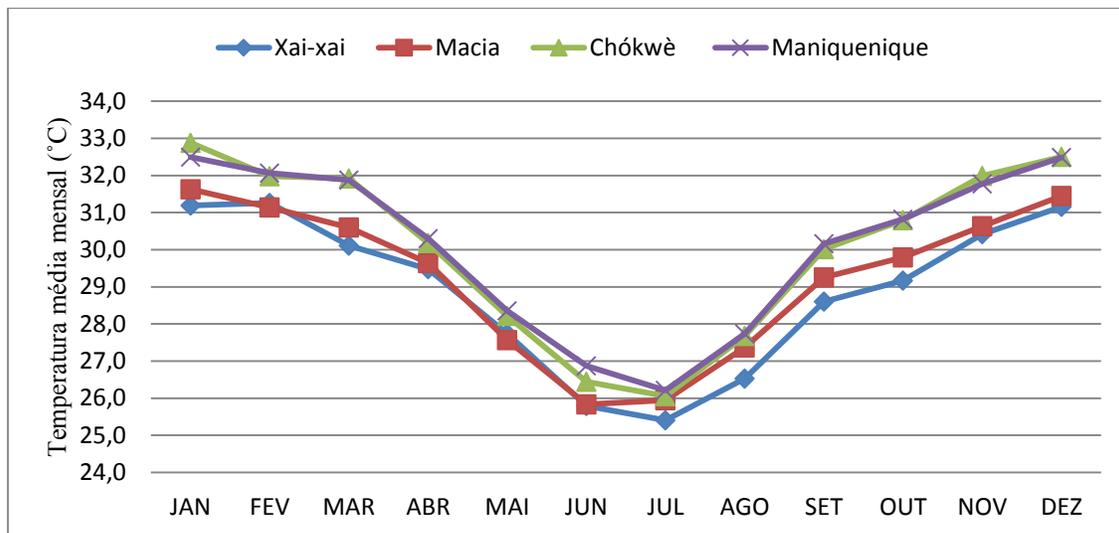


Gráfico 4.6. Temperatura média mensal máxima para período de 1985-1999

Ainda em relação ao comportamento mensal no período considerado, tabela 4.4, os valores dessa variável mostram que a média máxima para xai-xai foi em fevereiro (31.3°C), com máxima e mínima de 34.6 e 29.3°C em 1992 e 1994, com moda de temperatura de 30.8°C, mediana de 30.9°C e o mês de Julho foi a mais reduzida com média de 25.4°C, com máxima de 34.6 e 29.3°C em 1992 e 1996, moda de 26.1°C, mediana de 25.6°C. Para Macia o mês de Janeiro (31.6°C) é o mais quente, com máxima e mínima de 34.6 e 30.3°C, em 1987 e 1990, com moda de 32°C e mediana de 31.5°C e o mais frio foi Junho (25.8°C), com máxima e mínima em 1987 e 1995, com moda de 24.7°C e 26°C de mediana. Em Chókwè, janeiro (31.6°C) é o mais quente, com máxima e mínima de 34.4 e 31.3°C em 1991 e 1994, com moda de 33.7°C e mediana de 33°C. O mês mais frio é julho (26.1°C), com máxima e mínima de 27.1 e 24.1°C em 1990 e 1996, moda de 25.3°C e 26.2°C de mediana. Em Maniquenique, Dezembro (32.5°C) foi o mês mais quente da série, com máxima e mínima de 34.2°C e 30.8°C em 1992 e 1989, com moda de 32.6°C e



mediana de 32.5°C, enquanto Julho (26.2°C) é mais frio, com máxima e mínima de 27.6 e 24.3°C em 1987 e 1996, com moda de 27.1°C e mediana de 26.7°C.

Quanto ao desvio de temperatura em relação a média, pode-se dizer que o desvio máximo em Xai-xai ocorreu em Março (2.8°C) e o mínimo em Junho, setembro Novembro e Dezembro (0.8°C). Macia registou desvio máximo em Dezembro (1.9°C) e mínimo em abril (0.95°C). Em Chókwè o maior desvio foi em maio (1.8°C) e a menor em julho (0.8°C). Maniquenique registou maior desvio de temperatura em Outubro (1.7°C) e a menor em Setembro e Dezembro (0.9 °C)

Em relação ao coeficiente de variação, xai-xai apresentou grande variabilidade em Março (9.3%) e a menor em Dezembro (2.6%). Macia registou uma máxima variação de temperatura em Julho (6.6%) e mínima em Fevereiro e Abril (3.2%). Em Chókwè o maior coeficiente de variação deu-se em Fevereiro (5%) e a menor em Julho (3%). E em Maniquenique, a maior variação foi no mês de Outubro (5.5%) e a menor em Dezembro (0.9%)



Tabela 4.4. Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura máxima

Meses	Xai-xai					Macia				
	\bar{X} (°c)	Mo (°c)	Me (°c)	DP(°c)	CV(%)	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV (%)
JAN	31.2	31.2	31.1	0.9	2.77	31.6	32.0	31.5	1.05	3.32
FEV	31.3	30.8	30.9	1.4	4.57	31.1	**	30.9	1.00	3.20
MAR	30.1	31.4	30.8	2.8	9.29	30.6	**	30.4	1.21	3.94
ABR	29.5	30.2	29.2	1.2	4.23	29.6	29.6	29.6	0.95	3.20
MAI	27.7	26.3	27.9	1.3	4.81	27.6	28.6	27.5	1.32	4.79
JUN	25.8	24.9	25.8	0.8	3.12	25.8	24.7	26.0	1.32	5.10
JUL	25.4	26.1	25.6	0.9	3.61	25.9	24.8	25.5	1.71	6.57
AGO	26.5	26.5	26.5	1.2	4.50	27.4	26.8	27.4	1.12	4.11
SET	28.6	28.6	28.6	0.8	2.89	29.3	29.7	29.3	0.96	3.30
OUT	29.2	28.8	29.2	1.3	4.62	29.8	**	29.4	1.57	5.27
NOV	30.4	30.8	30.8	0.8	2.72	30.6	29.7	31.0	1.17	3.82
DEZ	31.2	30.4	31.1	0.8	2.64	31.4	**	31.6	1.91	6.07
	Chókwè					Maniquenique				
JAN	32.9	33.7	33.0	1.1	3.24	32.5	32.0	32.2	1.1	3.50
FEV	32.0	31.4	31.8	1.6	4.96	32.1	31.8	31.8	1.5	4.60
MAR	31.9	32.3	31.9	1.2	3.75	31.9	32.5	31.8	1.1	3.40
ABR	30.2	30.6	30.1	1.3	4.30	30.3	30.3	30.2	1.3	4.42
MAI	28.2	28.9	28.8	1.8	6.42	28.4	28.3	28.3	1.4	4.94
JUN	26.4	25.5	26.5	1.0	3.61	26.9	25.5	26.9	1.3	4.91
JUL	26.1	25.3	26.2	0.8	3.04	26.2	27.1	26.7	1.0	3.94
AGO	27.7	27.7	27.7	1.2	4.26	27.7	27.2	27.3	1.0	3.49
SET	30.0	29.8	29.8	1.0	3.4	30.2	**	30.2	0.9	3.13
OUT	30.8	32.0	30.8	1.5	4.82	30.8	30.6	30.6	1.7	5.54
NOV	32.0	32.1	32.1	1.1	3.28	31.8	31.3	31.6	1.1	3.55
DEZ	32.5	32.4	32.4	0.9	2.73	32.5	32.6	32.5	0.9	2.92

Nota: ** - Não há moda de temperatura

C. Temperatura mínima

A média da temperatura mínima anual para Xai-xai no período considerado é de 18°C, com maior mínima de 19°C, no ano de 1992 e a menor mínima de 16,9°C, em 1994. Para Macia a média é de 17,3°C, com maior mínima de 20°C registado em 1987 e a menor é de 14,5°C em 1986. Para Chókwè a média tende a crescer em relação a Macia, com média de 17,9°C, sendo a maior e menor mínima de 18,6°C e 17°C respectivamente, tendo-se registado de igual período do ano com a de Xai-xai. Quanto a Maniquenique, a média tende a decrescer em relação a Chókwè, com média de 17,5°C, sendo a maior mínima de 18,6°C, registado no ano de 1987 e a menor mínima de 16°C, em 1994, conforme é mostrado no anexo F

A distribuição de temperatura nesse período, conforme gráfico 4.7, evidencia que no período dos 15 anos de análise, Xai-xai registou-se 6 valores abaixo, 1 valor igual e 8 valores acima da média (18°C) e Maniquenique registou 8 valores abaixo e 7 valores acima da média (17,5°C).

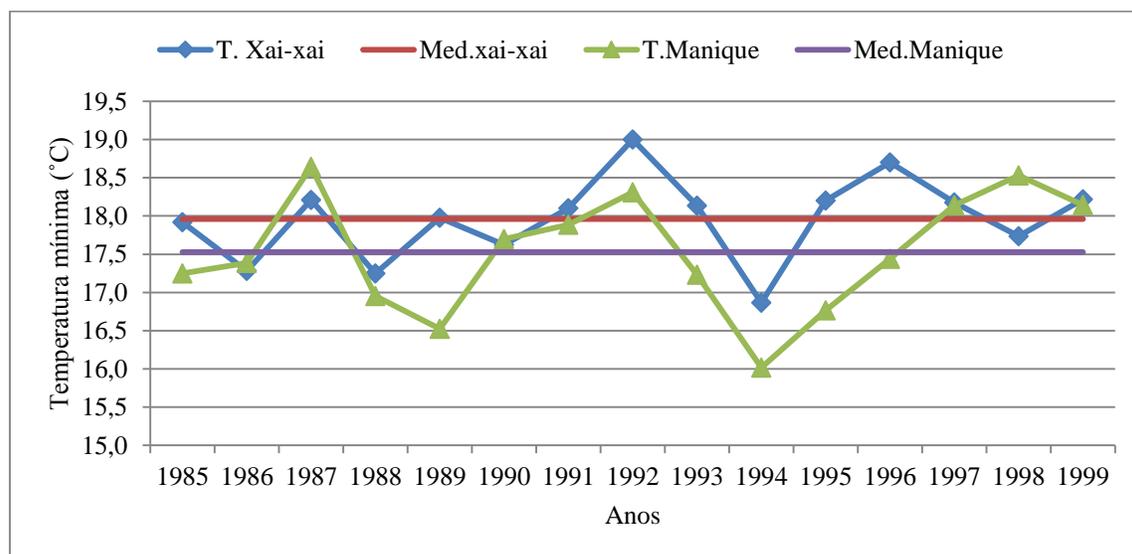


Gráfico 4.7. Temperatura média mínima anual para Xai-xai e Maniquenique no período de 1985-1999

Ainda na análise desta variável pode-se verificar no gráfico 4.8, que Macia registou 7 valores abaixo e 8 valores acima da média (17,3°C) e Chókwè registou 9 valores abaixo e 6 valores acima da média (17,9°C). Portanto existe uma grande variabilidade anual de temperatura mínima em Macia, visto que os valores médios anuais não estão próximo a média.

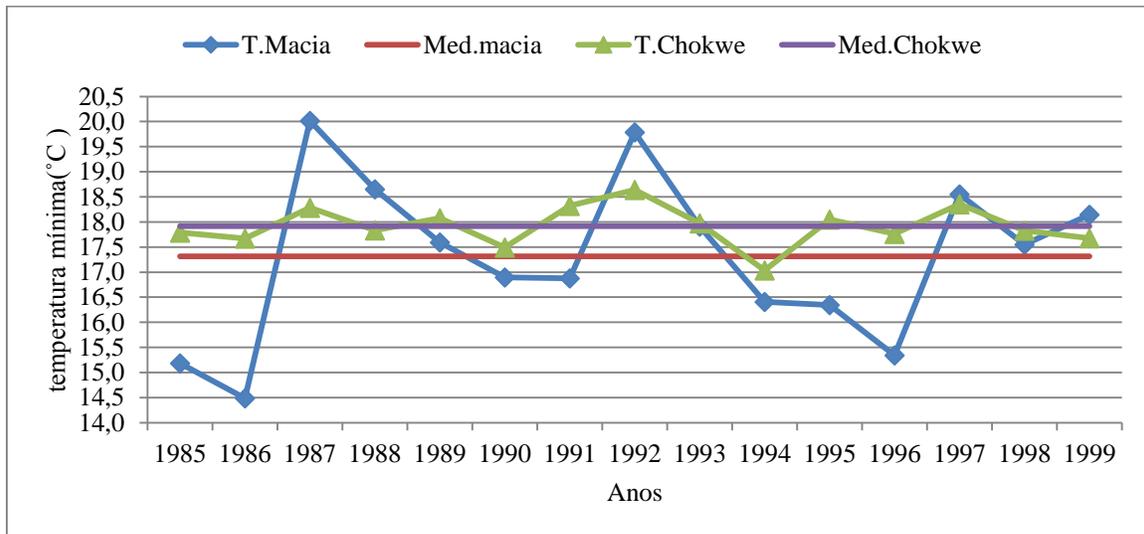


Gráfico 4.8. Temperatura média mínima anual para Macia e Chókwe no período de 1985-1999

Quanto a análise do comportamento mensal desta variável gráfico 4.9, pode-se verificar que os meses de verão são os que apresentaram temperaturas elevadas e que as temperaturas baixas verificaram-se no mês de maio para Xai-xai, agosto em Macia, junho e julho para Chókwe, e julho para Maniquenique. Portanto de janeiro a abril Chókwe registou temperaturas elevadas em relação a outras estações e de julho a novembro Xai-xai foi a que registou temperaturas elevadas.

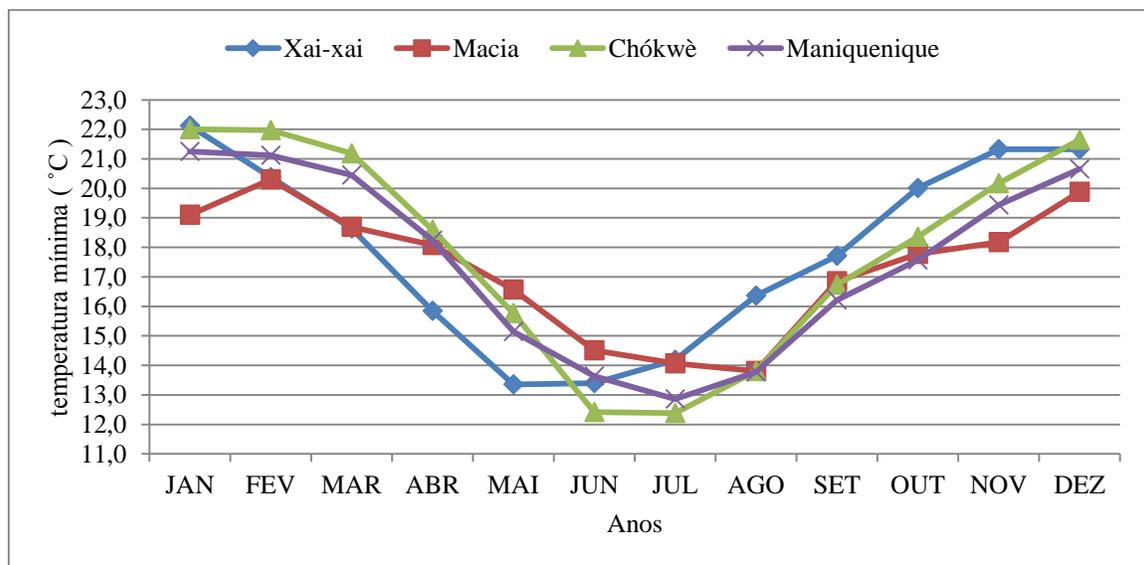


Gráfico 4.9. Temperatura média mensal mínima para período de 1985-1999



Ainda no que concerne ao comportamento mensal da variável tabela 4.5, Verificou-se que o mês de Janeiro (22.2°C) para Xai-xai foi a mais quente da série, com máxima e mínima de 23.5 e 20.4°C em 1997 e 1989, com moda de temperatura de 21.8°C e 22.1°C de mediana. O mês de Julho (13.4°C), foi a mais fria, com máxima e mínima de 19.8 e 11.2°C, moda de 14.1°C e mediana de 13.1°C. Em Macia, o mês de Fevereiro (20.3°C) foi a mais quente, com máxima e mínima de 23.1 e 10.9 registada em 1987 e 1986. O mês de Julho (14.1°C) foi a mais fria, com máxima e mínima de 22.1 e 9.3°C em 1986 e 1994, com mediana de 13.6°C. No Chókwè, o Janeiro e Fevereiro (22°C) foram o meses mais quente, com a máxima e mínima de 22.8 e 20.6°C para Janeiro, 23.3e20.1°C para Fevereiro, registado em 1991/97 e 1994, 1987 e 1994 respectivamente. Os meses de Junho e Julho (12.4°C) são as mais frias no período, podendo registar a máxima e mínima de 14.6 e 11.3°C para Junho, 14.1e 10.6°C para Julho, em 1989 e 1999, 1997 e 1994 respectivamente.

E em Maniquenique, o mês mais quente foi Janeiro (21.2°C), com máxima e mínima de 23 e 18.9°C, em 1991 e 1994, com moda e mediana de 21.3°C. Junho (13.6 °C) foi o menos quente com máxima e mínima de 21.1 e 10.7°C, com moda de 13.3°C e mediana de 13.1°C.

Em relação ao desvio padrão, o mês de Fevereiro (2.4°C) para Xai-xai foi o mês que registou maior desvio, contra o mês de Janeiro e Março (0.7°C) que registaram menor valor do desvio. Em Macia, o Janeiro (4.6°C) registou maior desvio de temperatura e no mês de Agosto (2.2°C) o menor desvio padrão. O mês de Dezembro (1.4°C) foi o que registou maior desvio contra Janeiro e Março (0.7°C) que registaram menor desvio. E em Maniquenique, o Junho foi (2.9°C) o mês com maior desvio de temperatura contra 0.8°C assinalada no mês de Abril e Maio.

Quanto ao coeficiente de variação, o mês de Junho (14.4%) foi o que registou maior variação contra o mês de Janeiro (3%) que registou a menor variabilidade de temperatura. Macia, no mês de Janeiro (24.2%) registou maior coeficiente de variação enquanto no mês de Fevereiro, Outubro registou-se menor variação. O mês de Maio (8.4%) foi o mês que registou maior variabilidade contra 3.3% registado no mês de Janeiro e Março. E Junho (21.3%), foi o mês com maior variabilidade, contra o mês de Fevereiro (4.4%) que registou menor variação de coeficiente.



Tabela 4.5. Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura mínima

Meses	Xai-xai					Macia				
	\bar{X} (°c)	Mo (°c)	Me (°c)	DP(°c)	CV(%)	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV (%)
JAN	22.1	**	22.1	0.7	3.0	19.1	19.4	20.2	4.6	24.2
FEV	20.4	20.8	21.1	2.4	11.9	20.3	21.4	21.4	2.9	14.3
MAR	18.6	18.5	18.7	0.7	3.8	18.7	19.8	19.8	4.5	23.9
ABR	15.8	15.5	15.5	0.9	6.0	18.1	**	19.1	3.6	2.0
MAI	13.4	12.5	13.0	0.9	6.9	16.6	13.9	16.1	2.7	16.4
JUN	13.4	14.1	13.1	1.9	14.4	14.5	13.1	13.1	3.2	21.9
JUL	14.2	13.7	13.8	1.0	6.8	14.1	**	13.6	3.3	23.4
AGO	16.4	15.7	16.5	1.2	7.6	13.8	14.4	13.9	2.2	15.9
SET	17.7	18.3	18.3	1.7	9.3	16.8	15.7	15.7	2.4	14.5
OUT	20.0	19.2	20.0	0.8	4.0	17.8	18.6	17.4	2.5	14.3
NOV	21.3	21.2	21.5	1.3	6.0	18.2	19.5	19.5	3.8	21.1
DEZ	21.3	21.2	21.5	1.3	6.0	19.9	**	19.5	4.8	23.9
	Chókwè					Maniquenique				
JAN	22.0	22.8	22.2	0.7	3.3	21.2	21.3	21.3	1.2	5.6
FEV	22.0	23.0	22.0	0.9	4.0	21.1	20.2	21.3	0.9	4.4
MAR	21.2	21.2	21.2	0.7	3.3	20.4	20.6	20.6	1.0	5.0
ABR	18.6	18.8	18.8	1.0	5.3	18.2	18.5	18.5	0.8	4.5
MAI	15.8	15.6	15.6	1.3	8.4	15.1	14.6	15.4	0.8	5.5
JUN	12.4	13.0	12.3	0.8	6.6	13.6	13.3	13.1	2.9	21.3
JUL	12.4	12.7	12.5	1.0	8.0	12.9	13.2	13.2	2.2	16.9
AGO	13.8	13.2	13.8	0.8	5.9	13.8	13.3	13.5	1.0	7.3
SET	16.7	16.2	16.5	1.0	6.1	16.2	17.9	16.1	1.2	7.4
OUT	18.4	18.6	18.3	1.1	6.0	17.6	17.8	17.8	1.2	6.9
NOV	20.2	19.7	20.5	1.0	4.8	19.4	19.2	19.5	1.4	7.3
DEZ	21.6	21.1	21.4	1.4	6.4	20.7	**	20.5	1.2	5.9

Nota: ** - Não há moda de temperatura

D. Precipitação

Para a série temporal estudada em Xai-xai (1985- 1999), registou-se o total anual médio de 940.8 mm, sendo 1999, último ano da série, o mais chuvoso (1223 mm) e 1988, o menos chuvoso (677.7 mm). Macia, registou 848.1 mm, sendo 1985, primeiro ano da série, o mais chuvoso (1007.5 mm) e 1987 o menos chuvoso (688.5 mm). Chókwe registou 504.5 mm, sendo 1985, o ano mais chuvoso (780.9 mm) e 1988, o ano com pouca chuva (246.5 mm). Maniquenique registou 704.2 mm, sendo 1985, o ano mais chuvoso (953.2 mm) e 1995, o ano menos chuvoso (523.1 mm), como pode ser verificado no anexo G.

Ainda em relação ao comportamento anual de precipitação, gráfico 4.10, durante a série analisada, Xai-xai e Maniquenique registaram em 7 anos valores abaixo e em 8 anos valores acima da média (940.8 mm e 704.2 mm respectivamente).

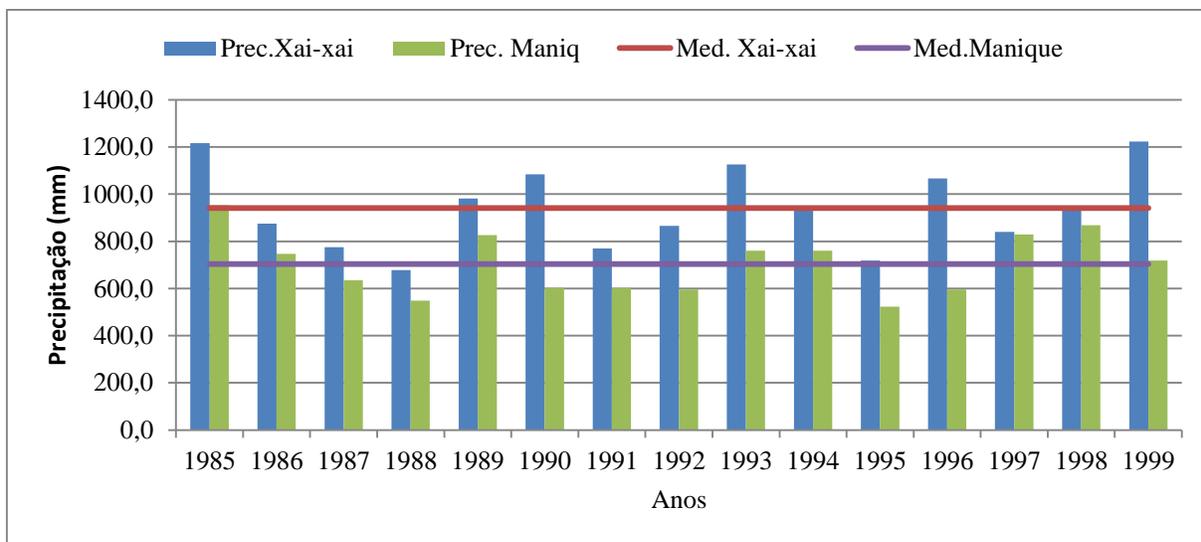


Gráfico 4.10. Precipitação total anual média para Xai-xai e Maniquenique no período de 1985-1999

Analisando ainda os padrões de variação, pode-se verificar que em Macia registou-se 10 valores abaixo e somente em 5 anos que registou valores acima da média (848.1 mm). Chókwe registou em 8 anos valores abaixo e em 7 anos registou valores acima da média (504.5 mm).

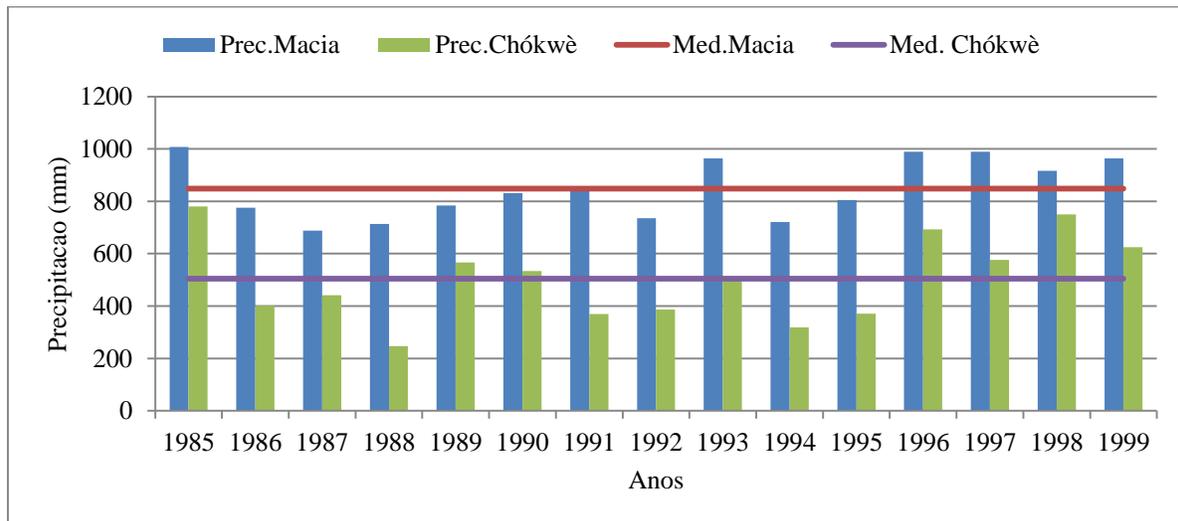


Gráfico 4. 11. Precipitação total anual média para Macia e Chókwè no período de 1985-1999

A tabela 4.6 mostra o comportamento mensal da precipitação. A sua análise no período escolhido evidencia que a sua distribuição é bastante variável. As maiores precipitações em Xai-xai e Macia ocorreram nos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, com precipitação acima de 100 mm, com a máxima em Xai-xai de 135 mm registado em Janeiro e Macia com 136.4 mm em Dezembro. Para Chókwè, a maior precipitação registou-se em Dezembro (100.5 mm), sendo a precipitação no mês de Janeiro a Março variar de 80 mm a 50 mm. Maniquenique apresentou precipitação acima de 80 mm nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Novembro e Dezembro com maior precipitação em Janeiro (109.9 mm).

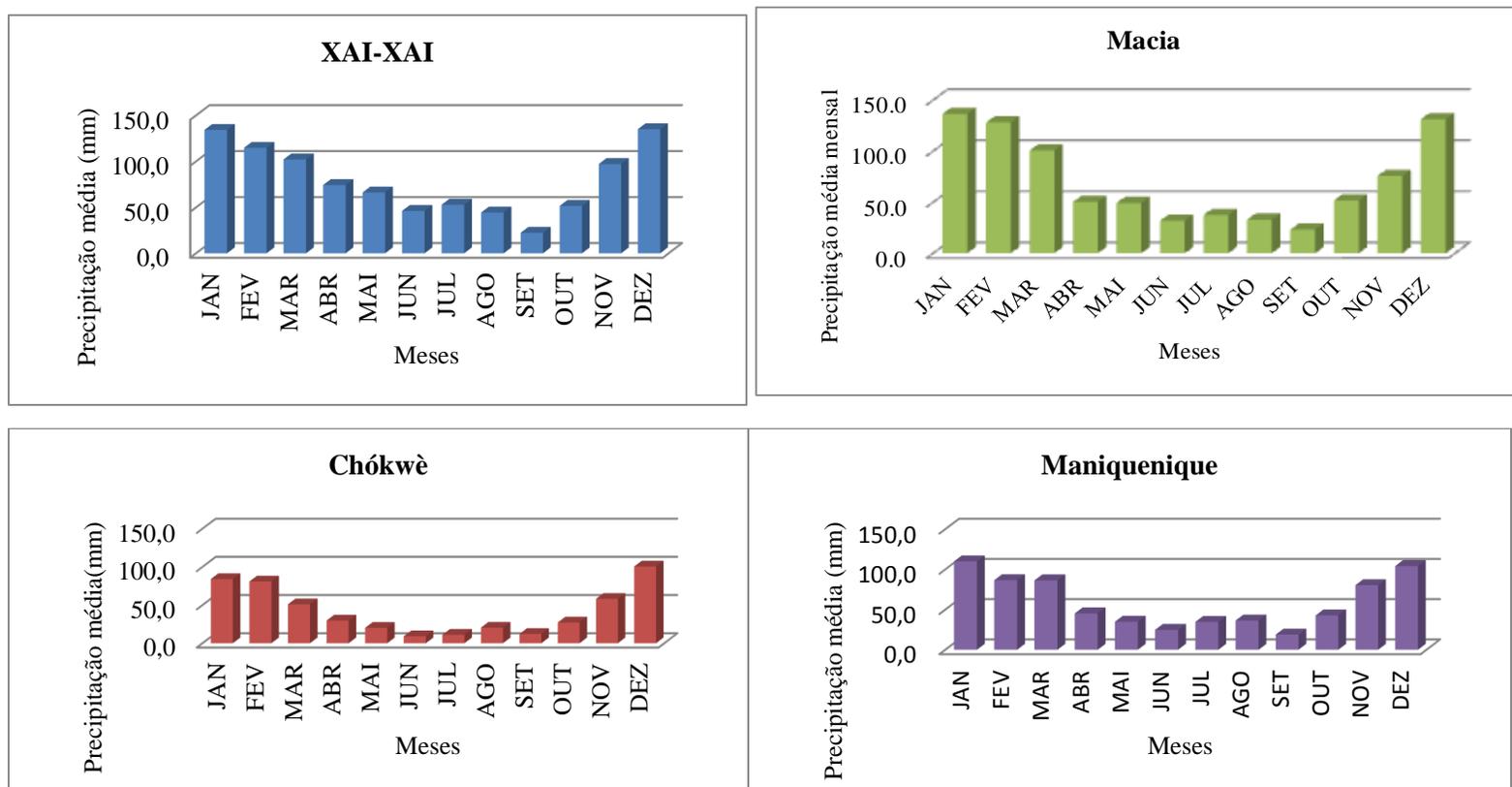


Figura 4.1. Precipitação média mensal no período de 1981-1999



Pode-se verificar ainda na tabela 4.6, que em Xai-xai e Macia, que os valores de coeficiente de variação estão quase próximo em todos meses, apontando para uma variabilidade de precipitação uniforme para todos os meses, visto que são distritos que estão próximo da costa. Em Maniquenique e Chókwè, nos meses de transição isto é, para verão ou inverno, verifica-se valores de coeficiente de variação igual ou superior a 100%, o que verifica-se grande irregularidade de precipitação nesses meses.

Tabela 4.6. Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação para precipitação

Meses	Xai-xai					Macia				
	\bar{X}	Mo	Me	DP(CV(%)	\bar{X}	Mo	Me	DP	CV(%)
JAN	134.2	**	139.2	89.3	67	136.4	**	150.1	83.1	61
FEV	114.7	**	70.4	101.6	89	128.0	**	141.4	83.0	65
MAR	102.1	**	111.4	51.6	51	100.5	**	88.5	74.6	74
ABR	74.2	**	61.0	63.9	86	50.2	**	49.8	30.5	61
MAI	66.2	**	46.2	53.0	80	49.2	**	38.2	37.6	76
JUN	46.2	**	50.9	25.4	55	31.8	**	24.3	24.0	76
JUL	52.8	**	51.7	43.7	83	37.4	**	45.2	29.1	78
AGO	44.3	**	43.0	34.7	78	32.9	**	33.1	21.5	66
SET	22.3	**	16.6	16.5	74	23.2	**	23.2	18.2	79
OUT	51.6	**	55.2	34.1	66	51.8	**	52.8	33.8	65
NOV	97.2	**	89.7	84.9	87	75.6	**	81.9	50.6	67
DEZ	135.0	**	113.0	83.2	62	131.3	**	129.8	68.1	52
	Chókwè					Maniquenique				
JAN	84.0	**	80.4	69.7	83	109.9	**	137.5	67.8	62
FEV	80.9	**	68.4	64.7	80	86.6	**	74.6	59.8	69
MAR	51.0	**	48.1	34.7	68	86.3	**	79.5	51.3	59
ABR	29.7	**	18.4	29.8	100	45.2	**	37.9	33.5	74
MAI	20.2	**	9.7	23.3	115	34.8	**	32.2	27.2	78
JUN	9.1	0.0	6.1	8.5	93	24.7	**	15.9	20.7	84
JUL	11.1	0.4	9.3	10.9	98	34.6	**	30.7	28.6	83
AGO	20.4	0.4	8.6	22.6	111	36.3	**	30.1	40.5	111
SET	12.2	**	9.6	13.8	113	18.9	**	14.9	18.5	98
OUT	27.2	**	28.4	14.7	54	42.6	**	30.2	41.3	97
NOV	58.2	**	49.6	42.5	73	80.3	**	57.9	57.4	72
DEZ	100.5	**	70.6	83.8	83	104.0	**	78.7	68.2	66

Nota: ** não há moda de valores de precipitação

4.2.2 Período de 2000-2012

E. Temperatura média

A temperatura média anual durante a série temporal considerada (2000-2012) para Xai-xai foi de 23.7°C, com média mais elevada de 25.8°C registada no ano 2012 e a média mais baixa foi de 23°C, registada no ano 2000. Em Macia e Chókwè a média foi de 23.8°C, com média mais elevada de 24.7°C e 24.5°C, em 2005 e 2010 respectivamente. A média mais baixa foi de 23.4 e 22.8°C em 2000 e 2007. E em Maniquenique registou-se a média mais alta de 24.3°C, com a mais elevada de 24.9 °C em 2005 e mais baixa de 23.1°C em 2003, como pode-se verificar no anexo H

A análise do comportamento dessa variável climática ao longo da série (gráfico 4.12) mostrou que dos 12 anos de análise somente seis apresentaram temperatura média anual abaixo da média em Xai-xai e cinco anos apresentaram temperatura acima da média (23.7°C). Em Macia, durante os oitos anos, a temperatura esteve abaixo da média, sendo os primeiros cinco anos apontam para uma diminuição dos valores médio. E somente em quatro anos a temperatura esteve acima da média (23.8°C).

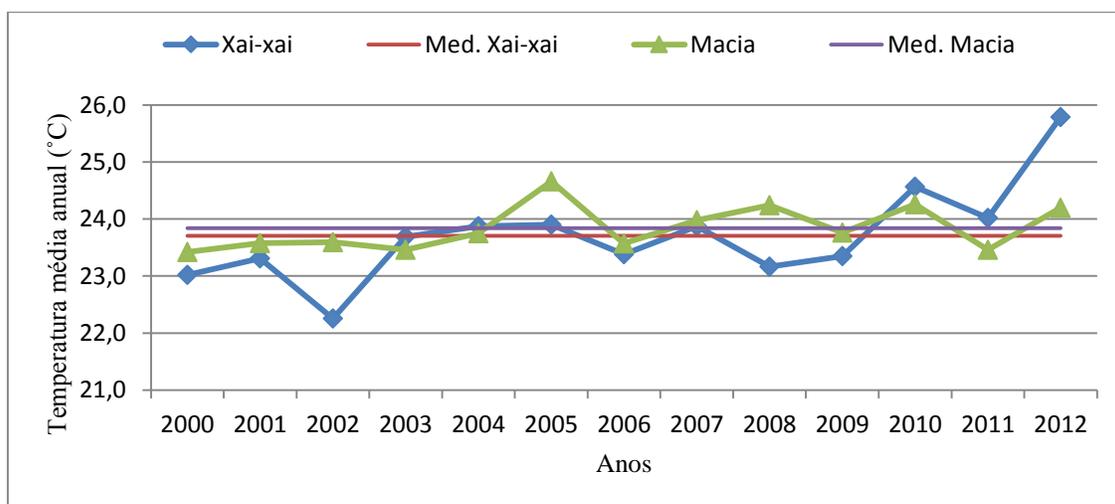


Gráfico 4.12. Temperatura média anual (°C) para Xai-xai e Macia no período 2000-2012

Pode-se verificar ainda no gráfico 4.13, que em Chókwè, durante os 12 anos de análise, somente em seis anos que a temperatura esteve abaixo da média e em sete anos a temperatura esteve acima da média, sendo os últimos cinco anos apontam para o aumento dos valores médios. Em



Maniquenique, registou-se durante os cinco anos valores abaixo da média e durante os sete anos registou valores acima da média, sendo os últimos 4 anos os valores médios mantiveram-se quase constante.

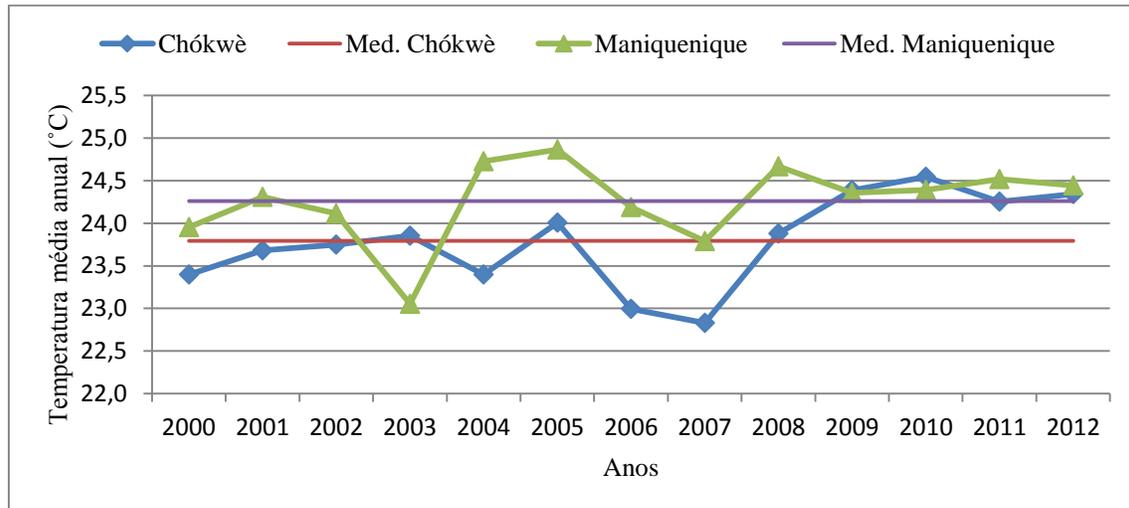


Gráfico 4.13. Temperatura média anual (°C) para Chókwè e Maniquenique no período 2000-2012

Quanto ao comportamento mensal dessa variável, pode-se dizer que o primeiro e último trimestre representaram o período de temperatura mais elevada, sendo o Janeiro o mês mais quente para Xai-xai e Fevereiro o mais quente para todas estações. Já os meses de Maio, Junho, Julho e Agosto representaram o período do ano com temperatura menos elevada, sendo Julho o mais frio do ano para todas estações, como mostra o gráfico 4.14

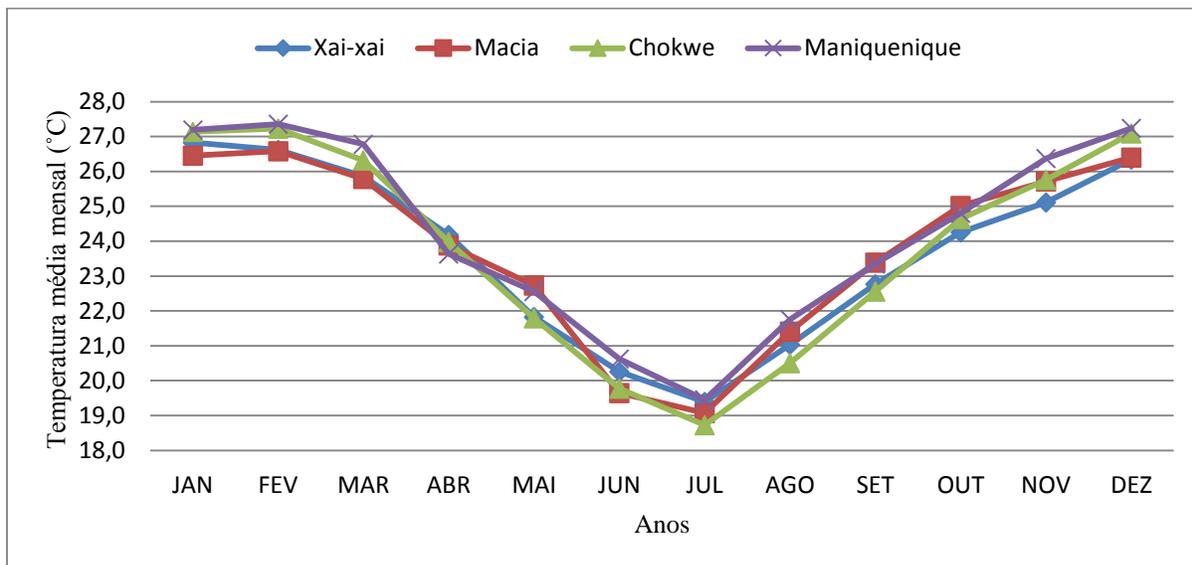


Gráfico 4.14. Valores médios mensais para temperatura média no período de 2000-2012

Em relação ao coeficiente de variação, pode-se dizer que Julho (22%) foi o mês que apresentou maior coeficiente de variação e o mês de Janeiro e Fevereiro (11%) foram os que representaram por menores coeficiente de variação, apontando pela pequena variabilidade de temperatura nesses meses. Em Macia, Maio (12%) foi o mês com maior coeficiente de variação ao contrário de Fevereiro e Março que apresentaram menor coeficiente de variação. No Chókwè, o maior coeficiente de variação foi verificado nos meses de Junho e Agosto (8%) enquanto o Fevereiro (4%) foi o mês com menor coeficiente. E em Maniquenique, Abril (17.5%) foi o mês com maior coeficiente de variação enquanto Dezembro (4.1%) foi o mês com menor coeficiente de variação, como pode-se ver na tabela abaixo.



Tabela 4.7. Valores médios mensais desvio padrão e coeficiente de variação para temperatura média no período de 2000-2012

Meses	Xai-xai			Macia			Chókwè			Maniqueniquè		
	T.med.	DP	CV	T.med.	DP	CV	T.med.	DP	CV	T.med.	DP	CV
JAN	26.8	2.8	11	26.5	1.63	7	27.1	1.36	5	27.2	1.23	4.8
FEV	26.6	2.8	11	26.6	1.08	4	27.2	1.18	4	27.4	1.18	4.5
MAR	25.9	3.0	12	25.8	0.93	4	26.3	1.50	6	26.8	1.34	5.1
ABR	24.2	3.4	15	23.9	0.87	4	24.0	1.07	5	23.6	4.55	17.5
MAI	21.8	4.1	20	22.7	2.27	12	21.8	1.31	7	22.6	1.86	9.3
JUN	20.3	4.2	23	19.6	1.30	7	19.8	1.39	8	20.6	1.28	6.9
JUL	19.4	3.9	22	19.1	0.87	5	18.7	0.91	6	19.5	1.05	6.0
AGO	21.0	3.7	19	21.4	1.47	7	20.5	1.34	8	21.8	1.26	6.3
SET	22.8	4.1	19	23.4	1.05	5	22.6	1.31	7	23.4	1.57	6.5
OUT	24.3	4.1	18	25.0	1.51	6	24.6	1.37	6	24.8	1.57	6.0
NOV	25.1	3.5	15	25.7	1.49	6	25.8	1.42	6	26.4	1.41	5.6
DEZ	26.3	3.4	13	26.4	1.20	5	27.1	1.42	6	27.2	1.10	4.1
Média	23.7	3.6	16.5	23.8	1.3	6.0	23.8	1.3	6.2	24.3	1.6	6.9

F. Temperatura Máxima

A média das temperaturas máximas anuais para o período considerado em Xai-xai, foi de 28.3°C, com máxima de 28.9°C registado no ano de 2001 e 2003. O mínimo foi de 27°C, em 2000. Para Macia foi 29.2°C, com a máxima de 30.2°C registado no ano 2012 e mínima de 28°C em 2000. Para Chókwè, a média foi de 30.2 °C com máxima de 31.1°C, no ano de 2005, e mínima de 28.7°C em 2000. Por fim Maniquenique, foi 30.1°C, com máxima de 31.4°C, em 2012 e mínima de 27.9°C em 2003, como pode-se ver no anexo K.

Analisando a temperatura máxima no gráfico 4.15, observou-se que dos 12 anos de análise Macia e Chókwè registaram 6 valores abaixo da média e 7 valores acima da média. E que no ano de 2005, para chókwè, as temperaturas médias estiveram bem acima da média do período, que foi de 30.2°C, encontra partida os anos de 2000, 2001,2004, os valores de temperatura média estiveram bem afastados da média. Os anos de 2005 e 2012 para Macia, as médias estiveram

bem acima da média do período que foi 29.2°C e os anos de 2000, 2001, os valores médios de temperatura estiveram abaixo da média.

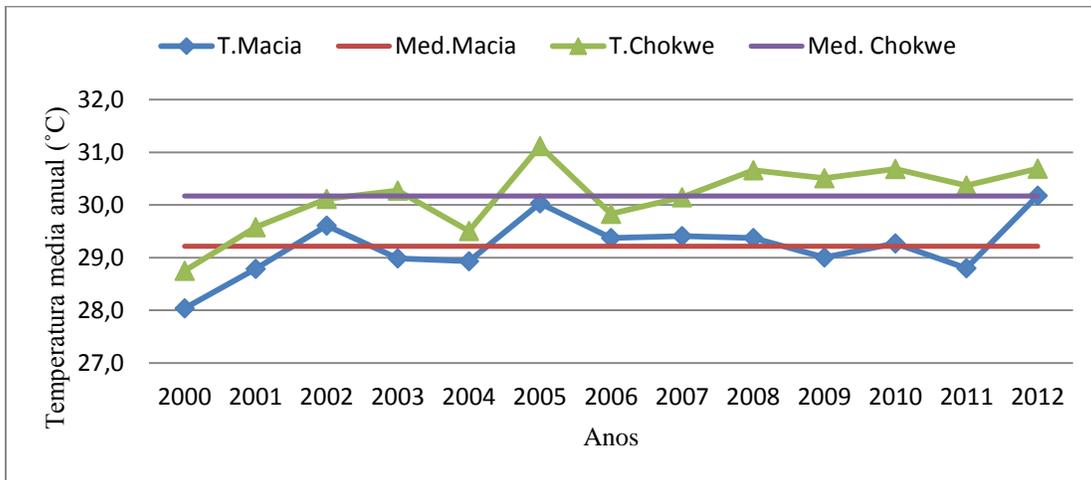


Gráfico 4.15. Temperatura média anual máxima para Macia e Chókwè no período 2000-2012

Pode-se analisar ainda no gráfico 4.16, que nesse período dos 12 anos, Xai-xai registou uma ligeira variação de temperatura no ano 2000 e 2002, nos outros anos, as temperaturas estiveram próximo da média. Em Maniquenique, registou-se uma pequena variação, o ano de 2000 e 2003 foi registado valores de temperatura muito abaixo da média e em outros anos as temperatura estiveram próxima da média, podendo-se registar valores crescentes no ano 2010 a 2012.

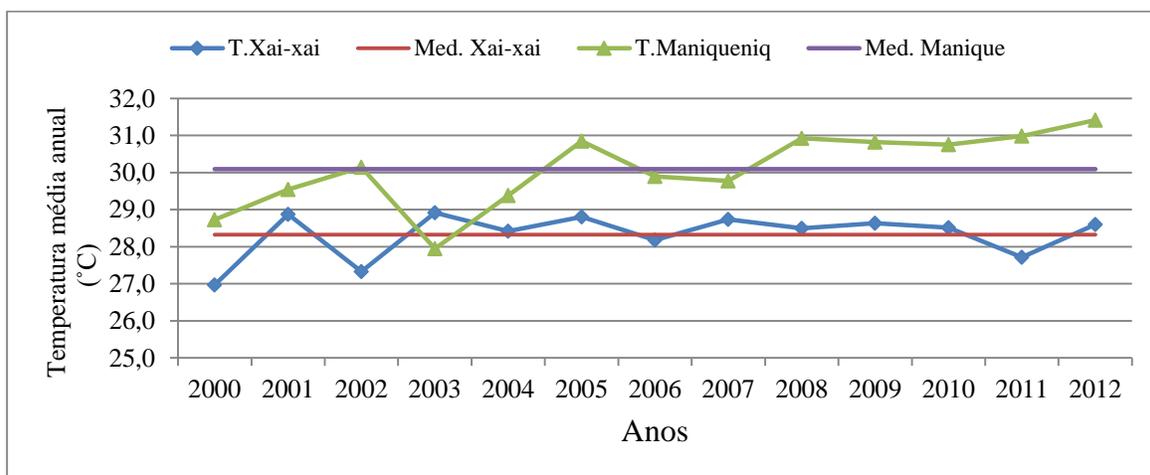


Gráfico 4.16. Temperatura média anual máxima para Xai-xai e Maniquenique no período de 2000-2012

Pode-se verificar no gráfico 4.17, que os meses do primeiro trimestre (Janeiro, Fevereiro e Março) e quarto trimestre são os mais quentes, onde a média para Maniquenique, Macia e Chókwè esta acima dos 30°C. Os meses do terceiro e quarto trimestre são os que apresenta menores valores de temperatura, principalmente o mês de Julho, que foi o mais crítico na série analisada para todas as estações.

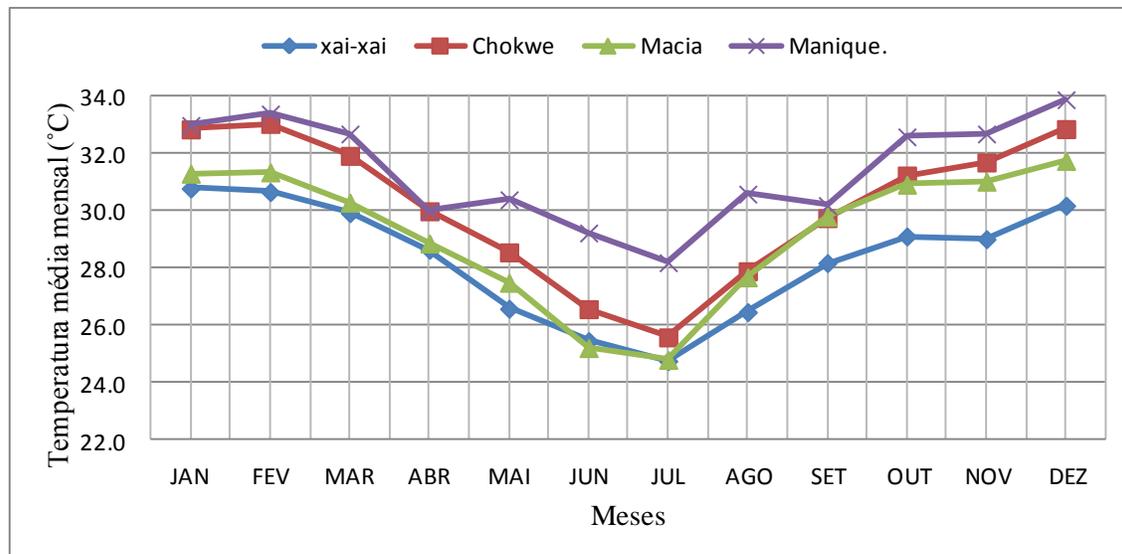


Gráfico 4.17. Valores médios mensais para temperatura máxima no período de 2000-2012

Ainda na análise do comportamento mensal tabela 4.4, mostra que o mês de Janeiro (30.8°C) foi o mais quente da série para Xai-xai, com valor máximo de 32.8°C em 2009 e mínima de 27.5°C em 2000, com moda de 32°C, mediana de 30.7°C e o mês menos quente foi Julho (24.8°C), com máxima de 25.9°C, em 2008 e mínima de 22.6°C em 2011, com moda de 25.9°C e mediana de 25°C. Em Macia o mês mais quente foi também Dezembro (31.8°C), com máxima de 34.5°C em 2006 e mínima de 30.1°C em 2007, com moda de 31.9°C e mediana de 24.6°C e o mais frio foi julho (24.8°C) com máxima de 26.7°C em 2006, e mínima de 23.3°C em 2004, com moda 23.9°C e mediana de 24.6°C. Chókwè, registou a média elevada em Fevereiro (33.1°C), com máxima 34.4°C em 2010 e mínima de 30.6°C em 2000 com moda de 34.3°C e mediana de 33.5°C e uma média reduzida em Julho (25.6°C), com máxima e mínima de 26.9 e 23.9°C em 2008 e 2004, com moda de 26.8°C e mediana de 25.4°C. Em Maniquenique, a média elevada foi em Fevereiro (32.6°C), com máxima e mínima de 34.2 e 30.4°C em 2006, com moda de 33.5°C e mediana 32.8°C. Quanto ao coeficiente de variação, Xai-xai registou maior variação em Novembro (9.4%)



e a menor em Outubro (2.7%). Macia registou maior coeficiente de variação em Dezembro (6.7%) e a menor variação em abril (2.95%). Em Chokwè o maior coeficiente de variação foi em Março (4.7%) e a menor em abril (2.6%). E Maniquenique registou maior coeficiente de variação em abril (26.7%) e menor variação em Fevereiro (3.5%).

Tabela 4.8. Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação.

	Xai-xai					Macia				
	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV(%)	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV(%)
JAN	30.8	32.0	30.7	1.4	4.6	31.3	31.9	31.4	1.0	3.1
FEV	30.7	30.4	30.9	1.0	3.4	31.4	29.7	31.3	1.2	3.8
MAR	29.9	30.9	29.7	1.0	3.4	30.3	29.6	30.0	1.1	3.6
ABR	28.7	29.7	28.7	1.1	3.7	28.9	29.5	28.8	0.9	2.9
MAI	26.6	27.9	27.0	1.6	5.9	27.5	**	27.5	1.1	4.1
JUN	25.5	**	25.3	1.0	3.9	25.2	**	25.1	1.7	6.7
JUL	24.8	25.9	25.0	1.0	4.2	24.8	23.9	24.6	1.2	4.7
AGO	26.5	26.4	26.4	1.4	5.2	27.7	26.6	27.9	1.6	5.9
SET	28.2	27.8	28.3	1.0	3.7	29.8	**	30.0	1.2	3.9
OUT	29.1	29.6	29.0	0.8	2.7	30.9	30.1	31.0	1.5	5.0
NOV	29.0	29.8	29.8	2.7	9.4	31.0	31.1	31.0	1.1	3.6
DEZ	30.2	30.0	30.5	2.8	9.2	31.8	31.9	31.9	1.1	3.6
	Chókwè					Maniquenique				
JAN	32.9	31.4	33.0	1.5	4.42	32.4	32.8	32.8	1.2	3.6
FEV	33.1	34.3	33.5	1.4	4.24	32.6	33.5	32.8	1.1	3.5
MAR	31.9	**	32.3	1.5	4.67	32.0	33.7	31.7	1.5	4.8
ABR	30.0	30.2	29.8	0.8	2.61	28.1	30.3	30.3	7.5	26.7
MAI	28.6	29.2	29.0	1.1	3.92	28.6	29.6	28.9	1.5	5.3
JUN	26.6	**	26.7	1.4	5.10	26.6	27.5	26.4	1.2	4.5
JUL	25.6	26.8	25.4	0.9	3.52	26.0	26.9	25.9	1.1	4.3
AGO	27.9	27.2	27.4	1.0	3.69	28.5	29.4	28.5	1.3	4.7
SET	29.8	29.0	29.3	1.1	3.86	30.0	**	29.6	2.2	7.2
OUT	31.2	31.9	31.4	1.2	3.82	31.2	31.1	31.4	2.3	7.3
NOV	31.7	31.6	31.7	1.3	4.19	32.4	32.7	32.7	1.5	4.6
DEZ	32.9	32.8	32.9	1.3	4.11	32.7	30.9	33.0	1.2	3.8

Nota: ** - Não há moda de temperatura

G. Temperatura mínima

A média da temperatura mínima para Xai-xai no período foi de 19.1°C, com maior mínima de 23°C, em 2012, desvio de temperatura de 2.2°C. A menor mínima foi de 17.2°C, em 2002, com desvio de 3.1°C. Para Macia, a média foi de 18.5°C, com maior mínima de 19.3°C registado no ano de 2010, com desvio de 3.4 °C. A menor mínima foi de 17.6°C, em 2002, desvio padrão de 2.6°C. Chókwe registou uma média de 17.4°C, com maior mínima de 18.4°C, em 2010, desvio de 4.2°C e a menor mínima foi de 15.5°C em 2007, desvio de 3.4°C. Por último, Maniquenique registou uma média de 18.4°C, com maior mínima de 20.1°C, em 2004, desvio de 4.2°C e menor mínima de 17.5°C, em 2012, com desvio padrão de 17.5°C, conforme o Anexo L

Nesses últimos anos de análise desta variável, conforme gráfico 4.18 foi registado para Xai-xai, 8 valores abaixo e 4 valores acima da média (19.1°C). Esses valores estão bem distantes da média, excepto as temperaturas do ano 2000, 2004 a 2007 que estiveram próximo a média. Macia registou 1 valor igual, 6 valores abaixo e acima da média (18.5°C). Portanto os valores em todos os anos estão bem próximos a temperatura media.

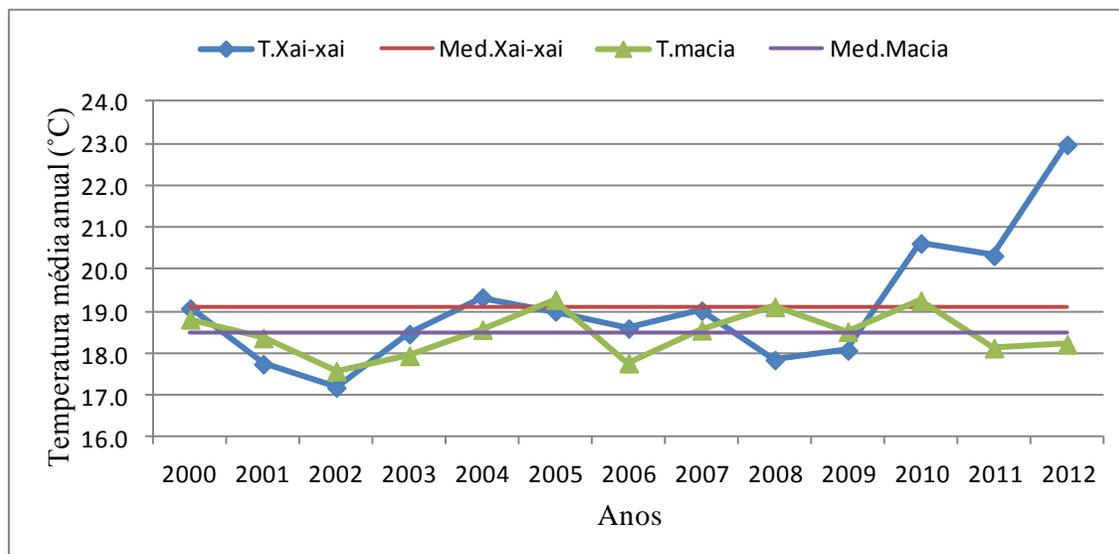


Gráfico 4.18. Temperatura média anual mínima para Xai-xai e Macia no período de 2000-2012

Ainda na análise de temperatura anual, Chókwè registou 5 valores abaixo, 2 valores iguais e 6 valores acima da média (17.4°C). Maniquenique registou 7 valores abaixo, 1 valor igual e 5 valores acima da média (18.4 °C). Neste caso, no ano 2007 para Chókwè, as temperaturas estiveram bem abaixo da temperatura média e no ano 2004 para Maniquenique, estiveram bem acima da média, como pode-se verificar no gráfico 4.19.

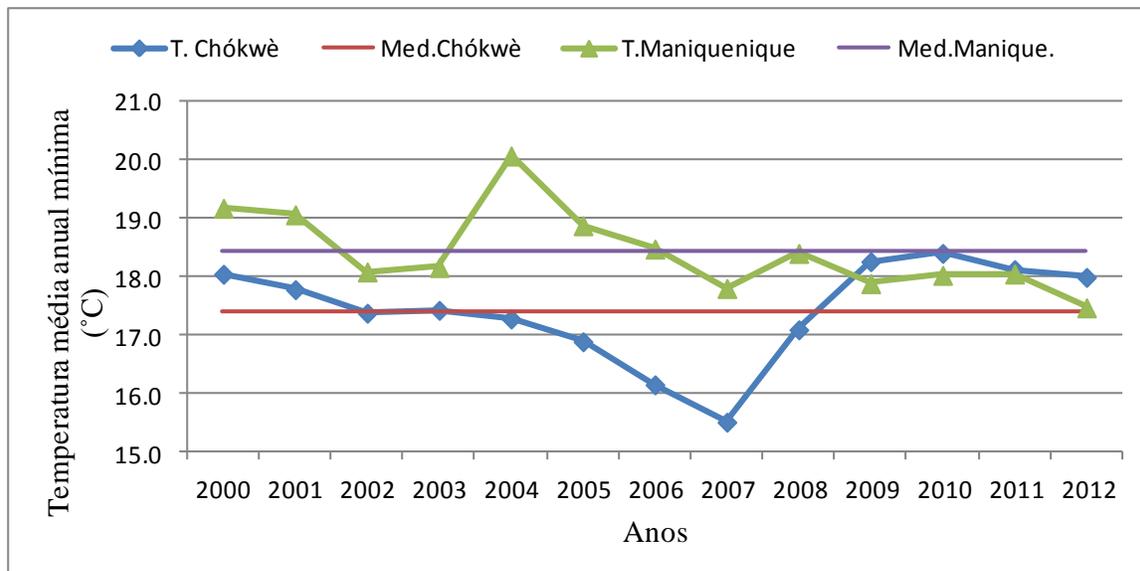


Gráfico 4.19. Temperatura média anual mínima para Chókwè e Maniquenique no período de 2000 a 2012

Quanto a análise da temperatura média mensal, gráfico 4.20, pode-se dizer que as médias mais elevadas encontram-se no primeiro trimestre, terceiro e quarto. E as médias mais baixas foram registadas no segundo trimestre, concretamente, no mês de Julho para todas as estações. Pode-se dizer ainda que Chókwè registou médias mensais abaixo em relação a outras estações enquanto Xai-xai, registou médias mensais acima, podendo estar atingir a cima ou quase a 23°C em Dezembro e Janeiro, situação que para outras estações as médias estão quase próximas uma da outra nesse período.

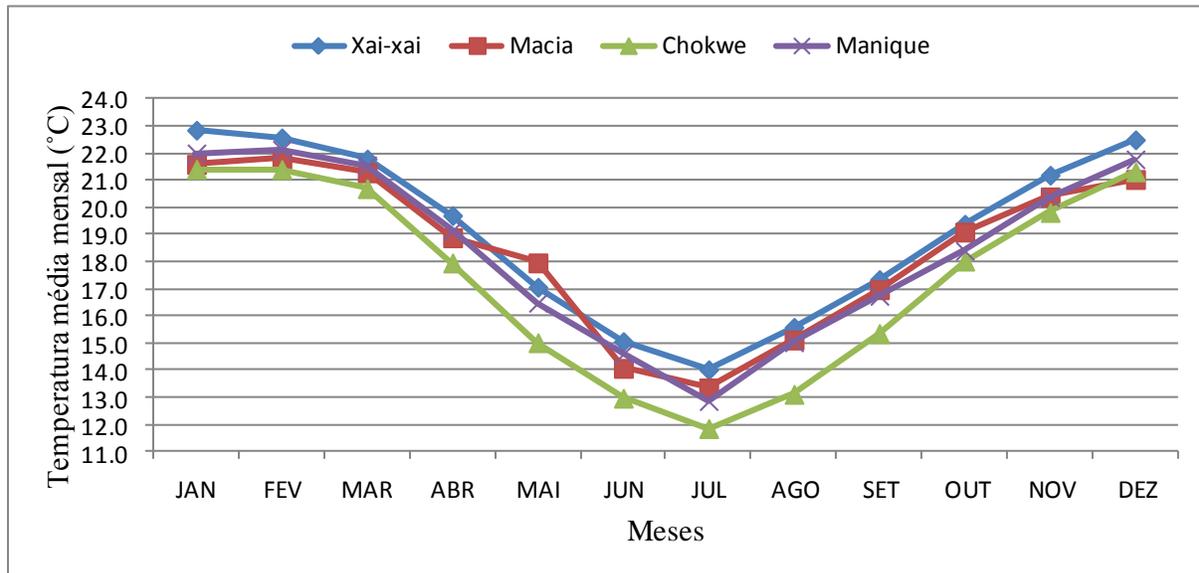


Gráfico 4.20. Valores médios mensais para temperatura mínima no período de 2000-2012

Ainda em relação ao comportamento mensal desta variável, tabela 4.5, mostra que o mês de Janeiro (22.9°C) para Xai-xai, foi o mês mais quente, com máxima e mínima atingida de 24.8 e 20.8°C em 2000 e 2002, com moda de 21.8°C e mediana de 22.8°C. O mês menos quente foi Julho (18.5°C), com máxima e mínima de 19.3 e 12°C, em 2012 e 2009, com mediana de 13.5°C. Macia registou a média máxima em Fevereiro (21.8°C), com máxima e mínima de 23.2 e 20.1°C em 2006 e 2011, com moda de temperatura de 22.4 °C e mediana de 22°C. O mês de Julho (13.4°C) foi a mais fria, com máxima e mínima de 14.3 e 12.1°C, em 2010 e 2011, com moda e mediana de 13.7 e 13.5°C respectivamente. Em Chókwè, o mês de Janeiro e Fevereiro (21.4°C) foram os mais quentes, com máxima e mínima para Janeiro de 23.9 e 18.6 °C, em 2009 e 2007, Fevereiro com 23 e 20.3°C em 2000 e 2002. O mês mais frio foi Julho (11.9°C), com máxima e mínima de 13.5 e 10.4°C, em 2005 e 2006, com mediana de 11.8°C. E Maniquenique registou a média máxima em Dezembro (22.1°C), com máxima e mínima de 24.5 e 19.8°C em 2004 e 2011, com moda de 22.7°C e mediana de 22.2°C. Julho (12.9°C) foi o mês mais frio nesse período, com máxima de 14.6 e 11.4°C em 2012 e 2004, com mediana de 12.7°C.

Quanto a ao coeficiente de variação, Xai-xai registou maior coeficiente de variação no mês de Julho (15.9%) e menor variação em Fevereiro (4.8%). Em Macia o maior valor de coeficiente de variação foi em Maio (19%) e o menor foi em Março (3.6%). Em Chókwè, o maior coeficiente



de variação foi em Agosto (12.5°C) e o menor foi no mês de Fevereiro (4.4°C). O mês de Maio (13.3%) em Maniquenique, foi o mês que registou maior variabilidade, contra o mês de Março (5.3%) que registou menor coeficiente de variação.

Tabela 4.9. Valores médios mensais, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação no período de 2000-2012

Meses	Xai-xai					Macia				
	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV %	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP (°c)	CV %
JAN	22.9	21.8	22.8	1.2	5.2	21.6	21.3	20.9	2.3	10.7
FEV	22.6	23.1	22.6	1.1	4.8	21.8	22.4	22.0	1.0	4.4
MAR	21.8	22.4	21.6	1.6	7.5	21.3	21.8	21.3	0.8	3.6
ABR	19.7	**	19.8	2.1	10.8	18.9	19	18.9	0.9	4.7
MAI	17.1	16.7	16.7	2.5	14.7	18.0	16.1	17.0	3.4	19.0
JUN	15.1	**	14.6	2.4	15.9	14.1	13.2	13.7	0.9	6.6
JUL	14.0	**	13.5	2.0	14.4	13.4	13.7	13.5	0.6	4.4
AGO	15.6	14.6	15.1	1.9	12.5	15.1	13.9	14.9	1.3	8.7
SET	17.4	**	17.4	2.0	11.5	17.0	17.9	17.3	0.9	5.5
OUT	19.4	17.6	19.0	2.4	12.3	19.1	18.6	18.6	1.5	7.7
NOV	21.2	21	21.0	2.0	9.5	20.4	21.1	20.9	1.9	9.1
DEZ	22.5	21.3	22.1	1.8	8.1	21.0	19.1	21.1	1.3	6.0
Meses	Chókwe					Maniquenique				
	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP(°c)	CV %	\bar{X} (°c)	Mo(°c)	Me(°c)	DP (°c)	CV %
JAN	21.4	21.4	21.4	1.3	59	22.0	22	22.0	1.3	5.9
FEV	21.4	20.4	21.1	1.0	44	22.1	22.7	22.2	1.2	5.5
MAR	20.7	**	20.8	1.5	73	21.6	22	21.6	1.1	5.3
ABR	18.0	18.7	18.2	1.4	76	19.2	**	19.2	1.6	8.3
MAI	15.0	14.6	14.9	1.5	10	16.5	15.9	15.9	2.2	13.3
JUN	13.0	13.7	12.9	1.4	11	14.6	**	14.3	1.4	9.3
JUL	11.9	**	11.8	0.9	78	12.9	**	12.7	1.0	7.6
AGO	13.1	12.2	12.6	1.6	12.5	15.0	16.2	15.5	1.2	7.9
SET	15.4	15.6	15.6	1.5	9.6	16.7	17.2	16.6	1.0	5.9
OUT	18.0	**	18.4	1.5	8.6	18.4	18.5	18.5	0.8	4.6
NOV	19.8	19.3	19.7	1.5	7.6	20.4	19.1	20.5	1.3	6.6
DEZ	21.3	**	21.3	1.5	7.0	21.8	**	21.7	1.0	4.5

Nota: **- Não há moda de temperatura

H. Análise da variabilidade para a precipitação

Ao longo da série temporal estudada (2000-2012) em Xai-xai, registou-se o total anual médio de 1072 mm, sendo o ano 2000 o ano mais chuvoso (1743 mm) e 2009, o menos chuvoso (679.5 mm), Macia com total anual de 995 mm, sendo o ano 2000, o mais chuvoso (1439.6 mm) e 2008, o menos chuvoso (604.3 mm). Chókwè apresentou o total anual de 666.1 mm, sendo o ano 2000, o mais chuvoso (1034.3 mm) e 2008, o menos chuvoso (299.2 mm). Maniquenique registou total anual de 758.2 mm, sendo o ano 2011, o mais chuvoso (1309.2 mm) e 2008 o menos chuvoso (316.2 mm), conforme mostra o anexo I.

Ainda ao comportamento anual desta variável, como mostra o gráfico 4.21, que dos 12 anos de análise Xai-xai e Maniquenique registaram em 8 anos valores abaixo e em 5 anos valores acima da média (1072 mm e 758.2 mm respectivamente).

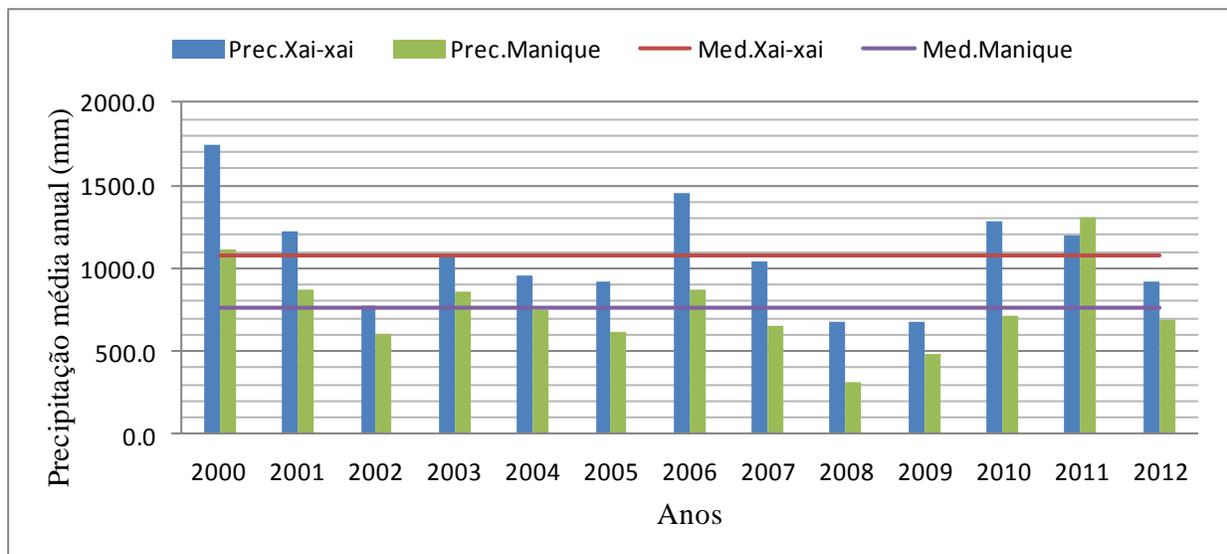


Gráfico 4.21 Precipitação total anual média para Xai-xai e Maniquenique no período de 2000-2012

Macia registou em 7 anos, precipitação a baixo e em 6 anos precipitação acima da média (995 mm), diferentemente o que acontece em Chókwè, que durante esses 12 anos, só registou em 5 anos valores acima da média e durante os 8 anos registou valores abaixo da média (666.1mm), como pode-se ver no gráfico 4.22.

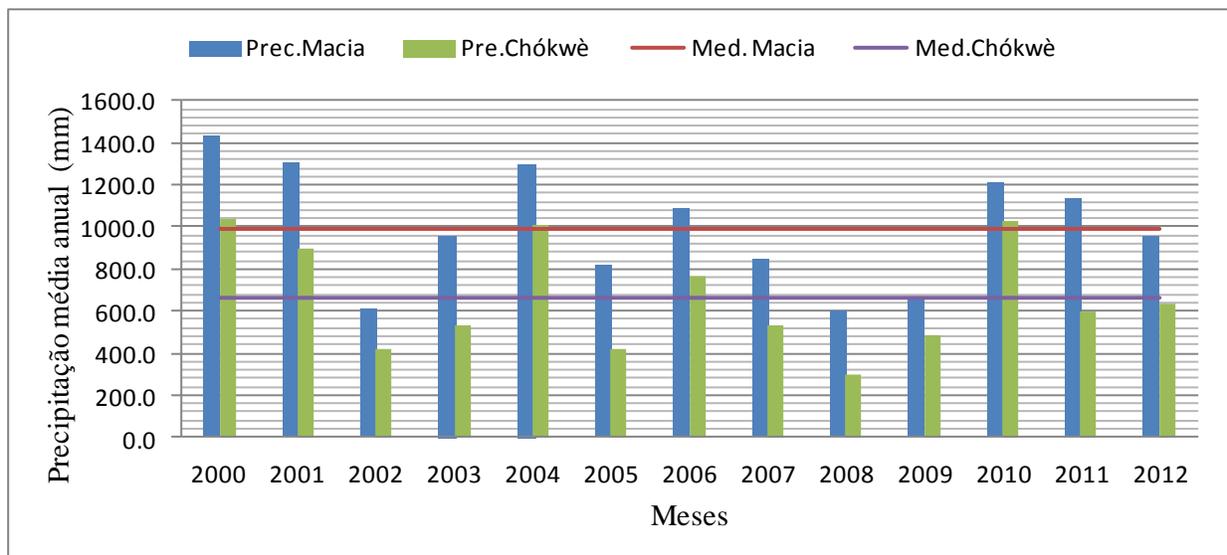


Gráfico 4.22. Precipitação total anual média para Macia e Chókwè no período de 2000-2012

Em relação ao comportamento mensal da precipitação, pode-se dizer que os meses do primeiro trimestre (janeiro, fevereiro e março), novembro e dezembro apresentaram precipitações acima de 100 mm, excepto a estação de Maniquenique que registou no mês de Dezembro precipitação abaixo dos 100 mm. Ainda em algumas estações como Xai-xai, e Macia continuaram a registar no mês de Abril precipitação acima ou igual a 100 mm.

O período seco, concretamente os meses que vai de Maio a Setembro, incluído o mês de Outubro, as precipitações foram reduzida, isto é abaixo ou igual a 50 mm. O mês de Agosto registou em todas as estações a média de precipitação mais baixa em relação a outros meses, pode-se verificar na figura abaixo.

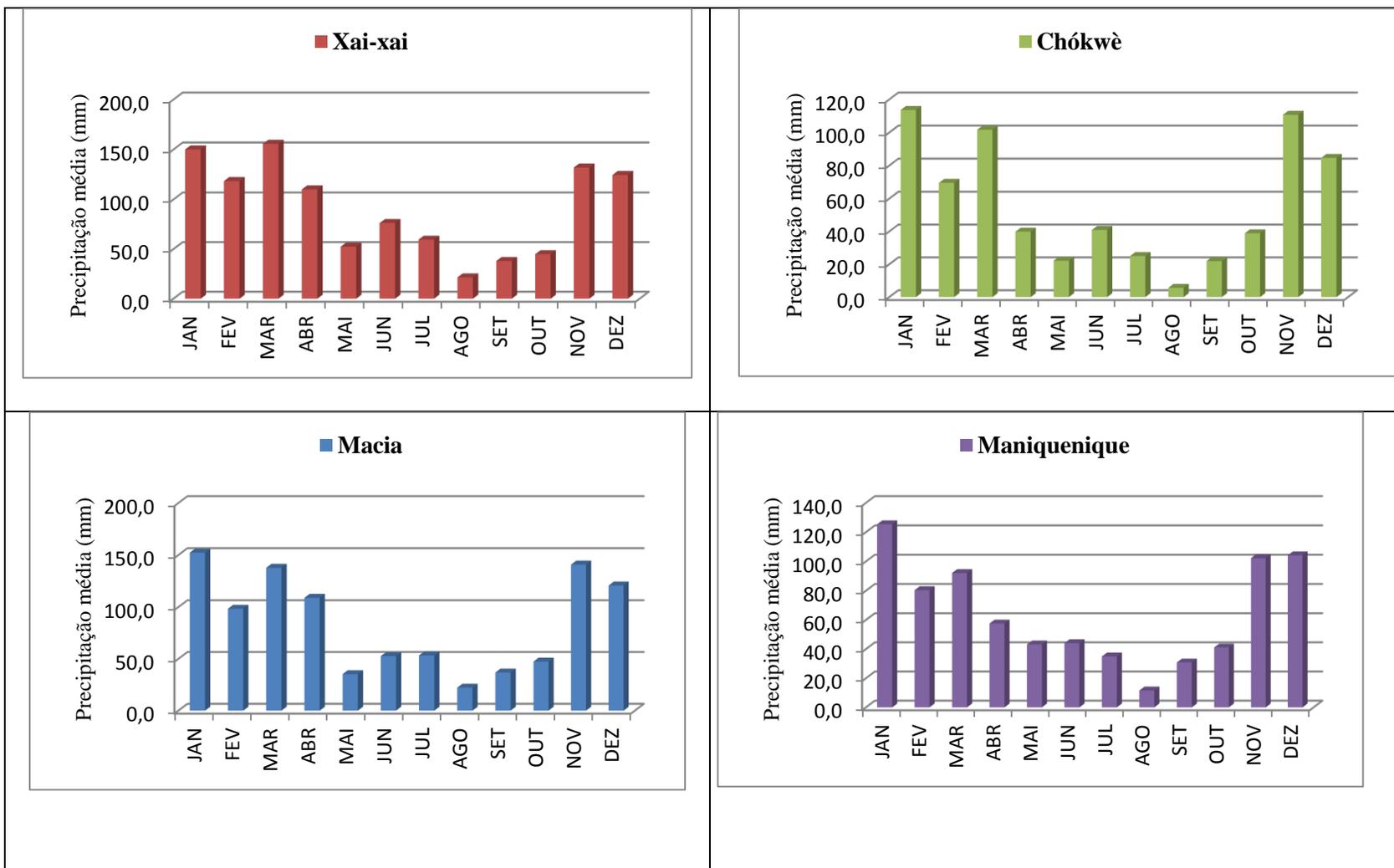


Figura 4.2. precipitação média mensal para Xai-xai, Chókwè, Macia e Maniquenique no período de 2000-2012



Ainda no comportamento mensal desta variável, a tabela 4.10, mostra que Xai-xai registou no mês de Janeiro (150.1 mm), elevada precipitação, com precipitação máxima e mínima de 429 e 26.5 mm em 2011 e 2002. A menor precipitação foi no mês de Agosto (21.5 mm), com máxima de 90.4 mm em 2011 e uma mínima de 0 mm em 2005.

Macia apresentou maior precipitação média no mês de Janeiro (152.3mm), com máxima e mínima de 398.2 e 37.3 mm em 2011 e 2002, mediana de 128.9 mm, desvio padrão de 128.9mm. A menor precipitação foi no mês de Agosto (22.2 mm), com máxima e mínima de 117.7 e 0.6 mm em 2011 e 2003, mediana de 10.4 mm e desvio de precipitação de 31.43 mm.

Chókwè registou maior precipitação média em Janeiro (113.7 mm), com máxima e mínima precipitação atingida de 246.8 e 7.1 mm em 2011 e 2003, com mediana de 83 mm, desvio padrão de 77.3 mm e coeficiente de variação de 68%. O mês de Agosto (5.7 mm) registou média baixa de precipitação, com máxima e mínima de 281.6 e 17 mm em 2006 e 2011, com mediana de 4.2 mm, mediana de 6.5 mm e coeficiente de variação de 1.14 mm.

Maniquenique registou maior média em janeiro (125.4 mm), com máxima e mínima de 361 e 14.8 mm, em 2011 e 2003, com moda de 0 mm, mediana de 93.6 mm, desvio padrão de 98.1 mm e coeficiente de variação de 80%. Agosto (11.6 mm) foi o mês que registou precipitação média, com máxima e mínima de 45.5 e 0 mm em 2009 e 2010, 2012.

Em relação ao coeficiente de variação, o mês de agosto foi o mês que registou maior coeficiente quase em todas as estações, excepto a estação de Chókwè que foi o mês de Junho. Em Xai-xai o coeficiente de variação foi superior a 45%. E nos meses de Agosto, Setembro e Novembro esta acima de 100%. Na Macia, em todos os meses foi superior ou igual a 47% e que nos meses de Junho e Agosto foi superior a 100%. No Chókwè, no mês que vai de Março a Setembro o coeficiente de variação foi igual ou superior a 100% e que nos restantes meses foi igual ou superior a 68%. E em Maniquenique, os meses de Junho, Agosto a Outubro registaram coeficiente de variação igual ou acima de 100% para outros meses foi igual ou superior a 60%.



Tabela 4.10. Valores de precipitação média mensal, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação no período de 2000-2012

	Xai-xai						Macia				
	\bar{X}	Mo	Me	DP	CV(%)		\bar{X}	Mo	Me	DP	(CV%)
JAN	150.1	**	118.0	117.56	78		152.3	**	128.9	110.69	73
FEV	118.5	**	87.0	89.72	76		98.4	**	77.8	79.27	81
MAR	155.7	**	136.0	116.38	75		137.8	**	90.4	136.02	99
ABR	110.1	**	91.8	49.12	45		109.0	**	68.0	89.71	82
MAI	52.5	34.2	42.1	37.14	71		35.2	**	28.4	22.82	65
JUN	76.2	**	58.5	64.05	84		52.6	**	36.0	63.34	120
JUL	59.5	**	68.9	31.25	53		53.4	**	47.0	33.41	63
AGO	21.5	**	10.9	25.20	171		22.2	**	10.4	31.43	141
SET	38.1	**	25.7	41.13	108		36.8	**	29.0	29.78	81
OUT	44.8	**	35.9	30.73	69		47.4	**	49.6	22.32	47
NOV	132.0	98.2	98.6	135.39	103		140.8	**	131.7	81.72	58
DEZ	124.6	**	87.8	79.76	64		120.7	**	77.7	96.26	80
	Chókwè						Maniquenique				
JAN	113.7	**	83	77.3	68		125.4	**	93.6	98.1	80
FEV	69.6	**	56.9	64.2	92		80.4	**	71.3	64.9	80
MAR	101.7	**	59.1	103.4	102		92.1	**	74.8	71.0	80
ABR	39.9	**	18	52.7	132		57.6	**	57.6	35.2	60
MAI	22.1	**	11.6	22.6	102		43.3	**	38.2	32.1	70
JUN	40.9	27.2	22.9	59.4	145		44.1	**	28.7	45.6	100
JUL	25.0	**	15.2	25.1	100		35.0	**	34.9	24.3	70
AGO	5.7	0.0	4.2	6.5	114		11.6	0.0	2.8	16.0	140
SET	21.9	**	12.2	22.0	100		30.8	0.0	17.1	39.5	130
OUT	38.9	**	22.2	36.0	93		41.1	**	14.5	45.7	110
NOV	110.8	**	83.4	84.9	77		102.3	**	96.6	67.5	70
DEZ	84.7	**	59.2	76.2	90		104.2	**	103.8	61.8	60

Nota: ** - Não há registo do valor da moda.

4.3 Análise do efeito do clima na produção de milho

4.3.1 Características da cultura

Os gráficos 4.23, 4.24 e 4.25, mostram a variabilidade da área colhida, produção e rendimento da cultura de milho nos distritos de Xai-xai, Macia Chókwè e Chibuto no período da campanha agrícola 1999/2000 a 2011/2012. Nota-se que a participação da área colhida comportou-se de forma ondulatória em todos os distritos analisados. As maiores reduções em área colhida tiveram a seguinte variação: Em Xai-xai as reduções foram abaixo dos 20,000 ha de terras no ano agrícola de 1999/2000, 2002/03, 2005/06 e 2009/10. Em Macia os anos de 2000/01 a 2003/04, 2005/06 e 2009/10 sofreram reduções significativas abaixo dos 20,000 ha. Em Chókwè, as reduções aconteceram nos anos agrícolas de 2001/02 a 2004/05 e 2006/07, com valores abaixo de 20,000 ha. E em Chibuto os anos de 1999/2000 a 2001/02, 2004/05 a 2005/06 e 2009/10 a área colhida reduziu-se abaixo dos 20,000 ha.

Em termo de área colhida, o distrito de Chibuto merece destaque, pois foi o responsável pela maior área colhida nos últimos anos, tendo alcançado no ano de 2011/12 acima de 100,000 hectares, seguido de Chókwè que colheu acima dos 80 ha e Macia acima de 60 ha.

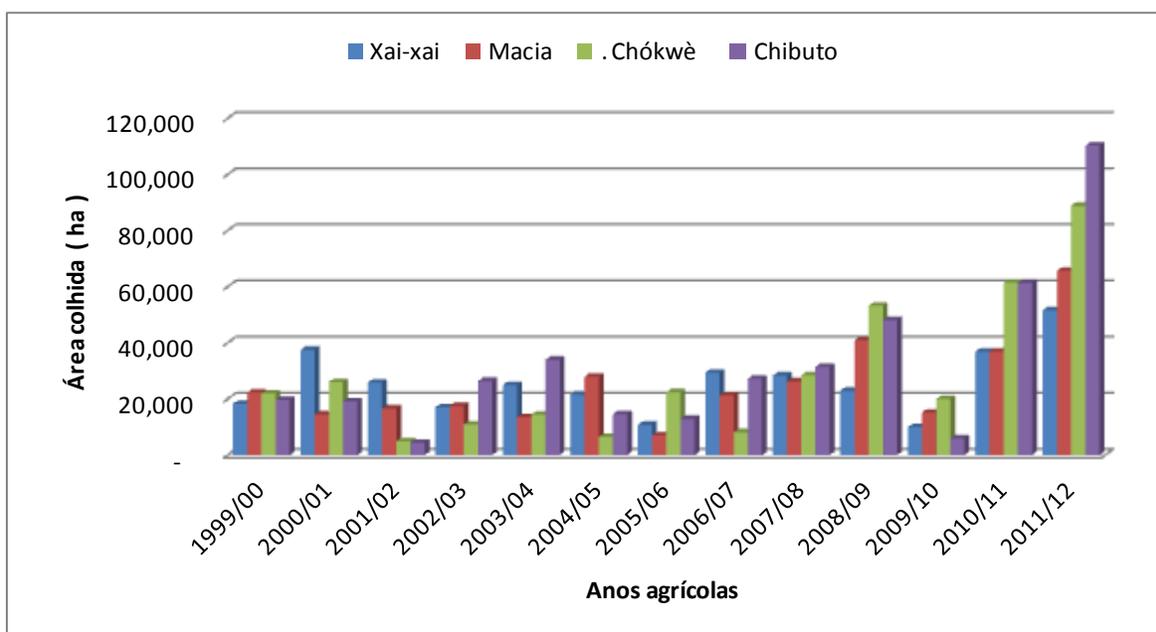


Gráfico 4.23: Evolução da área colhida para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícolas de 1999/2000 a 2011/12



Analisando a produção do milho, nota-se pequenas variações. Pode-se destacar que, no ano 1999/2000 a 2005/06 os distritos analisados apresentaram uma grande variação de produção e nos anos seguintes a produção aumentou em nível significativo alcançando acima dos 50,000 toneladas no ano 2011/12 para distritos de Macia, Chókwè e Chibuto, apesar de terem registado queda de produção para quase todos os distritos no ano 2009/10. Em 2010/11 e 2008/09 a produção pertencia a Chókwè e em 2011/12 para os restantes distritos, com quase a 100,000 toneladas para Chibuto.

A queda significativa de produção para Xai-xai, ocorreu no ano agrícola 2005/06 e 2009/10, em Macia ocorreu no ano 2003/04 e 2005/06. Os anos de 2001/02, 2004/05 e 2006/07 Chókwè registou uma queda significativa de produção, de igual forma com o Chibuto que em primeiros dois períodos que Chókwè, também registou uma queda de produção e que estas todas reduções foram abaixo de 10,000 toneladas, como pode-se observar no gráfico 4.13

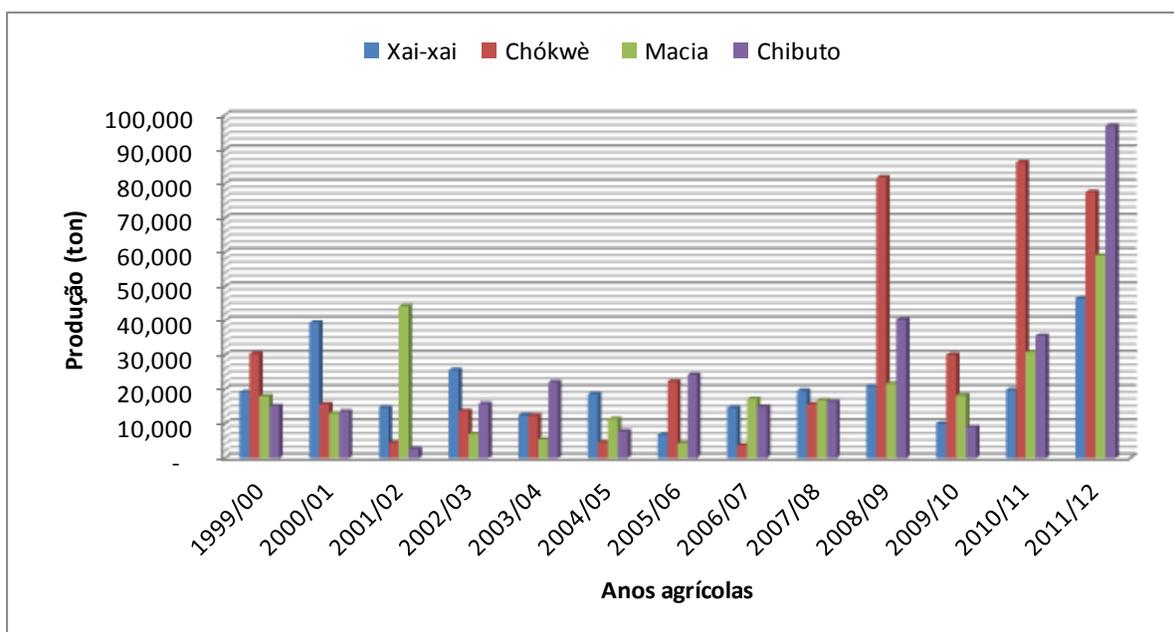


Gráfico 4.24: Evolução da produção de milho para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícola de 1999/2000 a 2011/12

Em relação ao rendimento da cultura de milho gráfico 4.8, pode-se dizer que o distrito de Chókwè e Macia são os que possuem maiores rendimentos médios (0.9 ton/ha), seguido de Xai-xai e Chibuto (0.8 ton/ha). Os picos de rendimento para Xai-xai, foram verificados na campanha agrícola 2002/03 e o défice de rendimento em 2003/04 e 2010/05. Para Macia a campanha 2009/10 foi a que apresentou melhores rendimentos ao contrário da campanha 2008/09 e Chókwè apresentou recorde para todo período analisado, com rendimento acima de 2.5 ton/ha em 2001/02 e nas campanhas seguinte até a campanha 2004/05 apresentou baixos rendimentos. Chibuto apresentou picos de rendimentos na campanha 2005/06 depois ter sofrido o défice de 0.5 ton/há na campanha anterior.

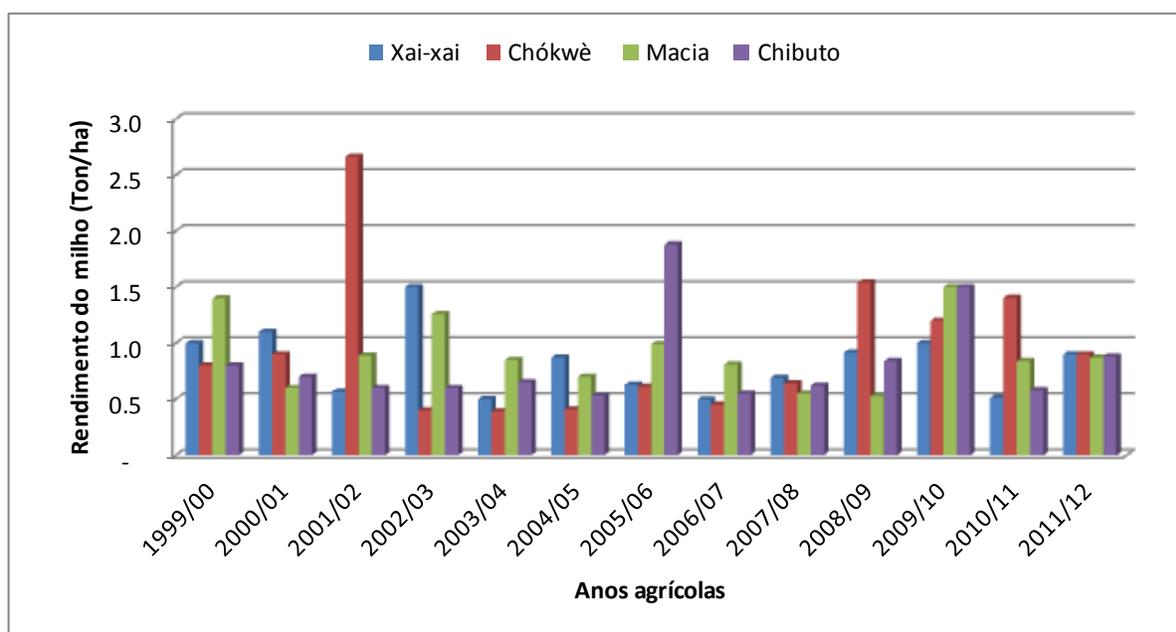


Gráfico 4.25: Evolução do rendimento de milho para Xai-xai, Chókwè, Macia e Chibuto nos anos agrícola de 1999/2000 a 2011/12



4.3.2 Relação da temperatura e precipitação com a produção do milho

4.3.2.1 Temperatura média para ano agrícola 1999/00 a 2011/12

Conforme ilustrado na tabela 4.11 os valores médios de temperatura média para o período de 1999/00 a 2011/12 foi de 23.7 °C em Xai-xai e Chókwè. Em Macia, foi de 23.8°C e em Chibuto, foi de 24.3°C. As médias dos rendimentos foram 822, 853, 825 e 1,004 kg/ha.

Tabela 4.11. Valores de temperatura média máxima e mínima (°C), rendimento do milho (Kg/ha) para campanha agrícola de 1999/00 a 2011/12, em Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè.

Anos	Xai-xai			Macia			Chibuto			Chókwè		
	T.média	CV	Rend.									
1999/00	23.4	0.18	1000	23.9	0.17	800	24.0	0.12	800	23.6	0.16	1400
2000/01	23.0	0.13	1100	23.3	0.11	900	24.2	0.11	700	23.4	0.14	600
2001/02	23.1	0.15	568	23.8	0.12	2662	24.3	0.13	600	23.7	0.13	890
2002/03	22.7	0.30	1500	23.3	0.14	401	23.0	0.24	600	23.5	0.16	1260
2003/04	23.8	0.15	500	23.5	0.14	390	24.4	0.15	650	23.0	0.16	850
2004/05	24.0	0.21	870	24.2	0.11	410	24.9	0.13	530	24.0	0.15	700
2005/06	23.3	0.25	630	24.0	0.17	610	24.2	0.17	1880	22.8	0.18	990
2006/07	24.0	0.13	498	24.1	0.14	809	24.3	0.17	550	23.2	0.17	450
2007/08	23.2	0.13	690	24.1	0.13	640	24.4	0.13	620	23.2	0.13	600
2008/09	23.2	0.14	914	23.8	0.14	529	24.4	0.14	838	24.2	0.15	1540
2009/10	24.2	0.12	1000	24.2	0.13	1200	24.3	0.14	1500	24.5	0.16	1500
2010/11	24.3	0.15	514	23.6	0.15	839	24.5	0.13	581	24.4	0.15	1403
2011/12	25.4	0.07	900	24.1	0.12	900	24.6	0.13	880	24.3	0.13	870
Média	23.7	0.16	822	23.8	0.14	853	24.3	0.14	825	23.7	0.15	1,004

Para Xai-xai, a temperatura mais elevada para temperatura média registou-se no ano agrícola 2011/12 e a mais reduzida em 2002/03, neste mesmo ano agrícola registou-se rendimento elevado do milho (1500 kg/ha). Em Macia, a temperatura média mais elevada (24.2°C) e menos reduzida (23.3°C) ocorreram nos anos de 2004/05, 2009/10 e 2000/2001, 2002/03. Portanto os maiores rendimentos foram no ano 2001/02 e os menores em 2003/04. Em Chibuto, registou-se a média elevada (24.9°C) e menos reduzida (23°C) no ano de 2004/05 e 2002/03 e foi no ano 2004/05 que registou-se menores rendimentos. E em Chókwè, no ano 2009/10 registou-se a temperatura elevada (24.5°C) e menos reduzida (22.8°C) no ano 2005/06, no ano agrícola seguinte registou-se baixos rendimento (450 kg/ha) e os maiores foram no ano 2008/09.



De um modo geral, não há coincidência entre as temperaturas elevadas e reduzida com o rendimento máximo e mínimo obtido por cada campanha agrícola, somente em Xai-xai no ano 2002/03 quando registou-se a temperatura média de 22.7°C em houve um rendimento máximo 1500 kg/ha e também em Chibuto no ano 2004/05, em que registou-se a temperatura média máxima para o período, de 24.9°C e rendimento mínimo de 530 kg/ha.

Neste caso, pode-se ver na figura 4.3 para temperatura média e rendimento da cultura de milho que Macia e Chókwè apresentaram coeficiente de correlação positiva, neste sentido, à medida que a temperatura aumenta há aumento de rendimento, portanto o coeficiente de correlação foi considerada moderada em Chókwè e fraca em Macia, visto que uma perfeita correlação estaria entre -1 e +1 Xai-xai e Chibuto apresentaram coeficiente de correlação negativo, significa que quando aumenta a temperatura ocorre a redução do rendimento, neste caso em Chibuto a correlação foi considerada fraca e o gráfico de dispersão, por apresentar a nuvem de pontos distribuída de forma dispersa, confirma a baixa correlação existente entre a temperatura média e o rendimento da cultura de milho (figura 4.2). Em Xai-xai foi considerada de grau moderada e por meio do teste T de student, constatou-se a nível de 5% de significância ou 95% de probabilidade que a correlação entre a temperatura média e o rendimento de milho é significativa para todos os distritos.

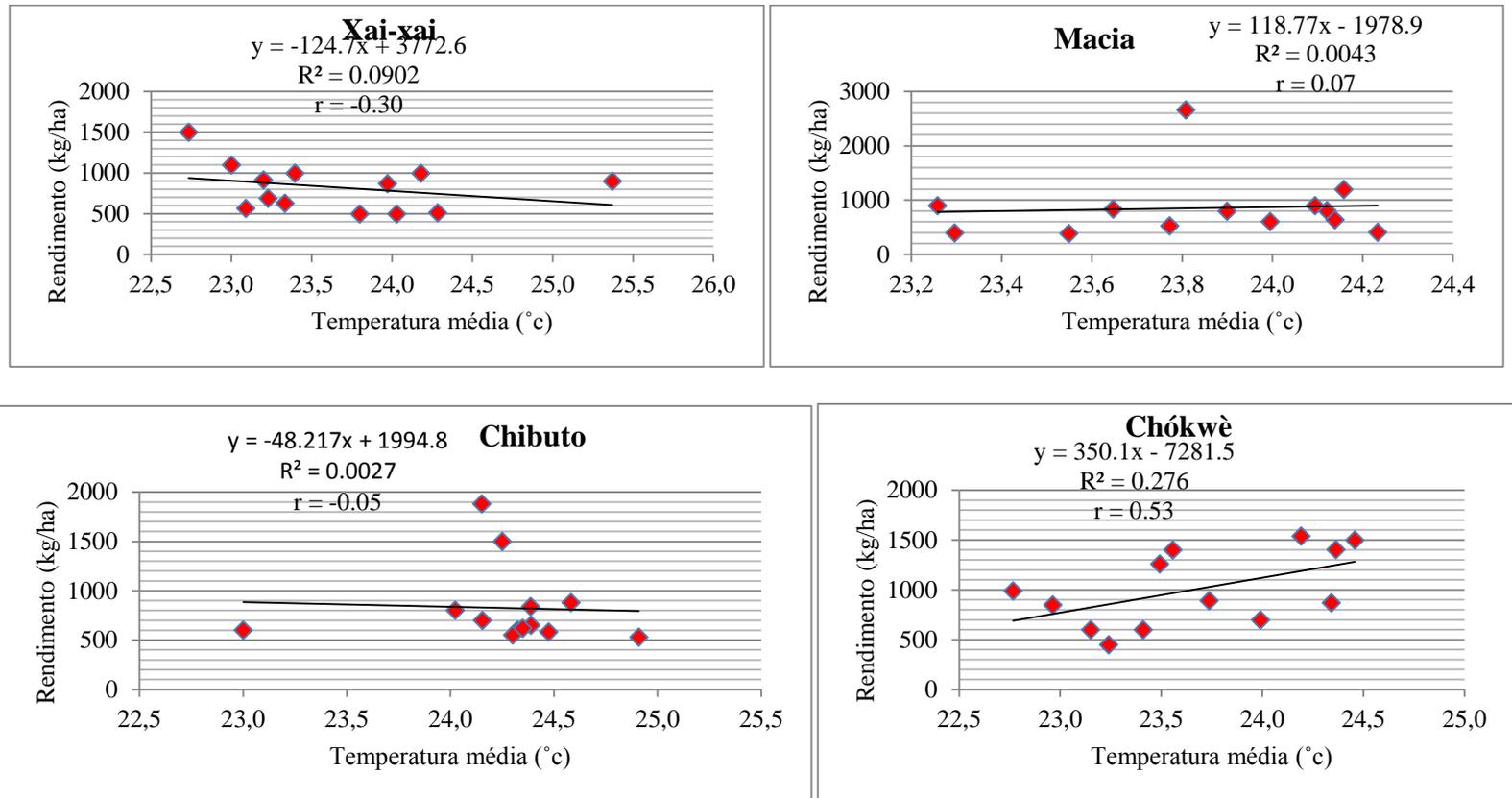


Figura 2.3. Correlação e dispersão entre a temperatura média e rendimento da cultura de milho para Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè



4.3.2.2 Precipitação média para anos agrícolas 1999/00 a 2011/12

Conforme é mostrado na tabela 4.12, a média de precipitação para o período de 12 anos foi de 1085 mm em Xai-xai, 1001 mm em Macia, 825 mm em Chibuto concretamente na estação de Maniquenique e 671 mm em Chókwè.

Tabela 4.12. Dados de precipitação, rendimento do milho e coeficiente de variação para o período de 1999/00 a 2011/12.

Anos	Xai-xai			Macia			Chibuto			Chókwè		
	Pr(mm)	Rend.	CV	Pr(mm)	Rend.	CV	Pr(mm)	Rend.	CV	Pr(mm)	Rend.	CV
1999/00	1446	1000	0.35	1358	800	0.34	944	800	0.35	888	1400	0.34
2000/01	1523	1100	0.31	1019	900	0.32	820	700	0.32	755	600	0.31
2001/02	879	568	0.33	1044	2662	0.32	680	600	0.32	710	890	0.32
2002/03	1095	1500	0.33	1019	401	0.33	1024	600	0.33	501	1260	0.32
2003/04	993	500	0.33	1191	390	0.33	731	650	0.33	1069	850	0.33
2004/05	673	870	0.33	736	410	0.33	586	530	0.33	394	700	0.33
2005/06	1602	630	0.33	1009	610	0.32	853	1880	0.32	741	990	0.31
2006/07	946	498	0.33	913	809	0.33	621	550	0.32	467	450	0.33
2007/08	775	690	0.33	656	640	0.32	430	620	0.32	435	600	0.32
2008/09	781	914	0.33	781	529	0.33	556	838	0.33	501	1540	0.32
2009/10	1107	1000	0.33	876	1200	0.31	567	1500	0.33	631	1500	0.32
2010/11	1352	514	0.32	1368	839	0.32	1110	581	0.32	964	1403	0.31
2011/12	939	900	0.33	1039	900	0.33	923	880	0.33	674	870	0.32
Média	1085	822	0.33	1001	853	0.33	757	825	0.33	671	1004	0.32

Ainda na tabela 4.12, verifica-se que em Xai-xai, os maiores totais de chuva ocorreram no ano agrícola 2005/06 e o ano 2004/05 representou por uma redução de precipitação, portanto os maiores e menores rendimentos (1500 e 489kg/ha) foram verificados no ano agrícola 2002/03 e 2006/07, onde a precipitação máxima foi maior que 1000 mm e a menor foi superior a de campanha 2004/05. Neste caso, em todos esses anos a precipitação apresentou coeficiente de variação de 33%. Em Macia, foi registado a maior e a menor precipitação no ano 2010/11 e 2004/05; O maior e o menor rendimento foram assinalados no ano agrícola 2009/10 e 2003/04 respectivamente e nesse período do ano 2009/10 a precipitação esteve acima de 1000 mm, com



coeficiente de variação de 31% e para 2003/04 a precipitação esteve próximo de 1000 mm e acima do ano 2006/07, com coeficiente de variação de 33%.

Os anos agrícolas 2003/04 e 2004/05 representaram como os anos de maior e menor precipitação para Chókwè, tendo-se registado maior e redução de rendimento em 2009/10 e 2006/07, onde a precipitação do ano com maior rendimento foi de 631 mm, coeficiente de variação de 32% e a menor precipitação do ano com redução do rendimento foi de 467 mm, com coeficiente de variação de 33%. E Chibuto registou em 2002/03 e 2007/08 maior e menor precipitação respectivamente. E o maior e menor rendimento foi verificado nos dois anos consecutivo 2005/06 e 2006/07, nesses anos, a precipitação foi de 853 e 621 mm, coeficiente de variação de 33% e 31% respectivamente, diferentemente dos anos com maior e menor precipitação de 1110 e 430 mm.

Quanto a relação de precipitação e rendimento do milho, verificou-se coeficientes de correlação $r = 0.30$ em Chókwè, considerada moderada e os demais distritos foi considerada a correlação fraca, sendo Chibuto apresentado correlação negativa. Então o sinal negativo indica que, conforme aumenta o nível de precipitação há diminuição de rendimento. Quase em todos os diagramas (excepto Chókwè), as nuvens de pontos apresentaram-se dispersa não oferecendo uma imagem definida (Figura 4.4). Essas características indicam correlação fraca.

Corroborando esses resultados de coeficiente de determinação, verificou-se também que a variação de rendimento é explicado abaixo de 7% da variação de precipitação em todos os distritos (Figura 4.4) e por meio do teste T de student, constatou-se que correlação é significativa entre a precipitação média e rendimento de milho, em Xai-xai e Chókwè e não significativa em Chibuto e Macia a nível de 5% de significância ou 95% de probabilidade

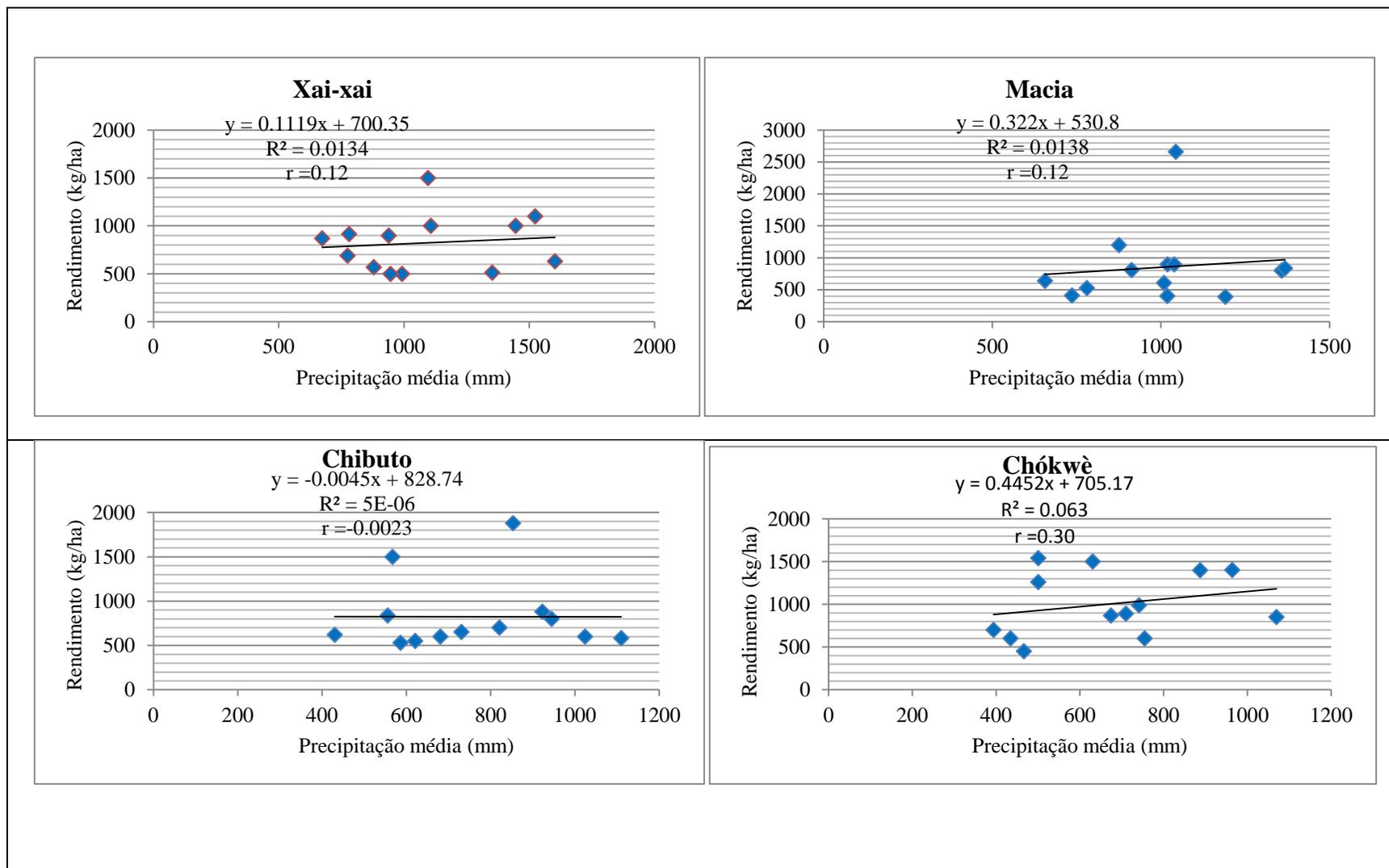


Figura 4.4 Correlação e dispersão entre a precipitação média e rendimento de milho para Xai-xai, Macia, Chibuto e Chókwè



V. DISCUSSÃO

Em relação a variabilidade climática, foi analisada quanto á temperatura média, que no período de 2000-2012 houve aumento de temperatura média anual em Xai-xai, Macia e Maniquenique e redução em Chókwè, anexo D e H. Esta redução no Chókwè, pode estar associado a variabilidade anual de temperatura neste período, o que pode-se observar no gráfico 4.1 e 4.13, que na maior parte dos anos em Chókwè, registou-se valores abaixo da média no período de 2000-2012 em relação ao período de 1985-1999. Constatou-se no gráfico 4.9 e 4.14, uma grande variação de temperatura média mensal nos dois períodos, apontando para elevação de temperatura média em quase todos os meses, diferentemente do que foi analisado por Brito *et al.*, (2009) a temperatura média mensal esteve abaixo dos 18°C em Xai-xai e acima dos 19°C em Chókwè no mês de Junho, sendo o mais frio do período.

Quanto a temperatura máxima, constatou-se no anexo G e K, que a temperatura variou com tendência de aumentar nos distritos que estão ao longo da costa para o interior do Chókwè e que as temperaturas elevadas verificam-se na época quente principalmente nos meses de dezembro e fevereiro. Isto apoia-se o que foi afirmado por INGC *et al* (2003), que nesse período a temperatura máxima varia dos 31 a 35°C. Em relação ao comportamento mensal, verificou-se diminuição de temperatura no período de 2000-2012 e que não atinge os valores verificado por Brito *et al.*, (2009), quase em todos meses.

Em relação ao comportamento de temperatura mínima, pode-se dizer que de Xai-xai a Chókwè as médias anuais em todo esse período tende a diminuir (Gráfico 4.9 e 4.20), neste caso o mês de janeiro e julho são os considerados críticos para todas as estações (gráfico 4.3), podendo haver uma diferença em Xai-xai no que foi apontado por Marques *et al* (2006), quando afirma que temperatura média mínima varia de 12 a 22°C, tendo-se verificado uma variação dos 14 aos 23°C, no período de 2000-2012.

Em relação a precipitação, verifica-se a redução de precipitação à medida que atingem os distritos do interior em todos os períodos. Pode-se verificar na figura 4.1 que o mês de Setembro configura-se como o de menor precipitação no período de 1985-2012 em todas estacoes, incluindo o Junho em Chókwè. No período de 2000-2012 (Figura 4.2), o mês de Agosto foi o mês com menor precipitação para quase em todas as estações e que as maiores precipitações



foram em março para Xa-xai e janeiro em Chókwè. Portanto essas precipitações são verificadas no 1º e 4º trimestre do ano, podendo haver reduções abaixo de 50 mm no mês de outubro. Brito *et al* (2009), verificou para o período de 1961-2000, que a maior e menor precipitação registou-se no mês de fevereiro (123 mm) e julho (17mm) para Xai-xai e o mês de Janeiro (114 mm) e junho (2 mm) em Chókwè, valores não próximo e período diferente para Xai-xai e em Chókwè, os valores foram próximo para janeiro (113mm) e período diferente.

Analisando os padrões de precipitação e temperatura verifica-se uma coincidência entre estas variáveis, visto que nos meses de elevadas temperaturas há ocorrência de maiores precipitações e nos meses de temperatura baixas há déficit de precipitação com maior coeficiente de variação igual ou superior a 100%, principalmente em junho para Chókwè e agosto para outras estações tabela 4.4. Então estas variações podem estarem associado a influência do fenómeno el ninõ e la ninã, assim como afirma Brito et al; (2009) que estes dois fenómeno explicam cerca de 30% da variação do clima na região de Africa austral podendo em alguns anos contribuir com uma precipitação acima do normal causando inundações e cheias, (INGC et al (2003). Em conformidade com a tabela 1.1 de classificação climática de Koppen e Thornthwaite citado por Brito et al, (2009) pode-se afirmar que realmente a zona de Xai-xai e Macia são classificado como zonas com clima tropical húmido ou equatorial (Af) e a zona de Maniquenique e Chókwè como zona com clima tropical com a estação seca de inverno (Aw).

Analisando o efeito da temperatura e precipitação, pode-se dizer que as inundações e seca são os eventos que trazem efeitos negativos a produção do milho, sendo a seca assumir uma dimensão maior, visto que os anos agrícolas 2005/06, e 2009/10 para Xai-xai, 2003/04 e 2005/06 para Macia, 2001/02, 2004/05, 2006/07 e 2009/10 para Chókwè, 2001/02, 2004/05 e 2009/10 houve redução de produção abaixo de 10 000 toneladas, gráfico 4.24. Na maior parte desses anos agrícola houve também redução da área colhida e foi somente na época 2001/02 em Chókwè e 2005/06 em Chibuto que foram registados altos rendimentos em áreas reduzidas. Portanto em conformidade com a tabela 4.11 e 4.12 a temperaturas e precipitação estiveram geralmente favoráveis ao que foi afirmado por Nunes (1985), que a cultura de milho prefere um clima moderadamente quente, com temperatura média de 22 e 25 °C e para FAEF (2004) a faixa óptima para o cultivo é de 18 e 30 °C e com uma quantidade de água de 320mm e 480mm na época fria e quente para todo ciclo da cultura.



È possível confirmar o que foi analisado por Cunguara (2011) e MADER (2010), de que a produção de milho aumentou significativamente, tendo sido atribuído fundamentalmente à expansão de área de cultivo, visto que só foi na época 2001/02 e 2005/6 em Chókwè e Chibuto respectivamente, que houve aumento em termos de produtividade.

Na análise da relação da temperatura e rendimento pode-se verificar na figura 4.2, que a temperatura média não influenciou tanto no rendimento da cultura do milho, isto porque os valores de coeficiente de correlação foram considerados fracos e somente em Xai-xai e Chókwè que a temperatura média mostrou 30% e 53% da relação com o rendimento e explicou aproximadamente a 9% e 28% respectivamente da variação de rendimento, sendo o valor restante para 100% pode ser explicado pelos parâmetros como tecnologia e solo. Também, foi verificado uma correlação moderada entre a temperatura média e rendimento do milho em Xai-xai e Chókwè.

Em relação a precipitação e rendimento do milho figura 4.3, pode-se afirmar que em todos os distritos a relação destas foi considerada fraca e somente em Chókwè que foi considerada moderada e representa 6% da variabilidade de precipitação, isto deve-se a localização do distrito em relação a outros e à grande importância da chuva na produção dos grãos de milho no sistema de sequeiro, na qual a quantidade de chuva tem relação directa com a produção do milho.

No geral, os valores reduzidos de coeficiente de variação entre as variáveis de temperatura média, precipitação com rendimento do milho podem ser explicados pela existência de zonas não totalmente apta para agricultura de sequeiro Figura 1.2, principalmente em Xai-xai, Macia e Chibuto, como também pela ocorrência de regadios na região, isto é, regadio de Chókwè (30,000 ha), Macia (8,000 ha), Matuba (2,834 ha) e Xai-xai (2,970 ha), (MADER, 2002) que assumem com maior produção do milho na região devido a presença de água nos regadios

Neste caso pode-se afirmar que o padrão de variabilidade das variáveis (Precipitação, temperatura e rendimento) é interdependente, mas não efectivamente interligado, pois não é constantemente que precipitação acima da média conduzem a rendimentos elevados ou precipitação abaixo da média conduzem a baixo rendimentos. Leva-se em consideração que eventos extremos como inundações ora secas, induzem a impactos sobre a cultura. Entretanto, o principal factor dos anos com rendimentos agrícolas altos ou baixas nesses distritos ocorre devido à grande variabilidade inter-anual de temperatura e precipitação.



VI. CONCLUSÃO

Ao final da pesquisa e de todas as análises realizada sobre a variabilidade climática na produção milho, principalmente no que tangem a aplicação das diferentes técnicas estatísticas e actividades de interpretação dos dados, é possível considerar algumas considerações gerais.

Este estudo procedeu a caracterização e análise da evolução de dois elementos climáticos, temperatura do ar e precipitação na estação de Xai-xai, Macia, Chókwè, Maniquenique. Os resultados apresentados indicam possíveis variações climática na temperatura e precipitação, apontando para temperatura acima da média e reduções de precipitação ao longo dos distritos que estão na costa ao interior.

Quanto a caracterização climática, os distritos de Xai-xai e Macia caracterizam-se por apresentar um clima tropical húmido ou equatorial enquanto Chókwè e Maniquenique apresentam um clima tropical com estação seco no inverno. Foi evidenciado que os meses de Janeiro e fevereiro são os mais quentes em todas as estações analisada. Nestes meses as temperatura média máximas e média mínima foram superiores aos demais meses e os meses de junho e julho são os mais frios. E a concentração de precipitação foi nos meses de novembro a Março e meses de Setembro e Agosto foram os mais seco com grande variabilidade de precipitação acima dos 100%.

No que concerne a caracterização da produção de milho, não registou a evolução em termos de produtividade, esta evolução pode estar associado a expansão de áreas de cultivo. Foi evidenciado também que a temperatura e precipitação não influenciaram no rendimento do milho para o modelo de regressão linear usado, onde a relação entre eles foi muito fraca.



VII. RECOMENDAÇÕES

A partir destas conclusões recomenda-se:

Aos pesquisadores, utilizarem a mesma técnica, considerando série de dados mais longa de outras instituições, como ARA-sul e outras variáveis climáticas;

Aos investigadores estender o estudo para outras regiões, quer a nível provincial assim como nacional;

As entidades responsáveis pela análise de dados climáticos para fortalecer as medidas de controlo de qualidade de dados climáticos, evitando falhas nos registos.

Aos pesquisadores que façam estudo para outros distritos da província de Gaza, para produção da cultura de milho e outras culturas tendo em conta os anos recentes.

Aos pesquisadores, que façam estudo usando outros modelos matemáticos além da regressão linear.

Aos agricultores, que encontrem meios de contornar a variabilidade de temperatura e precipitação ao longo da bacia do Limpopo, que adoptem métodos não naturais para seu auxílio na substituição de chuva caso demora.



VIII. LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

- ❖ ANGELOCCI Roberto Luiz, PEREIRA Roberto António, SENTELHAS César Paulo 2007, Edição Revista e Ampliada Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Exactas Piracicaba;
- ❖ ALVARENGA Costa Ramon, CRUZ Carlos José, GONTIJO NETO M. Miguel, OLIVEIRA Fernandes Maurílio, MATRANGOLO José Rodrigues Walter, RICARDO Albuquerque Filho Manuel, MOREIRA Viana Humbert João, PEREIRA Alexandre Filho de Israel, (2010), *Sistema de Produção*, 1; Embrapa Milho e Sorgo, Versão Eletrônica - 6^a edição
- ❖ BASCH Gottlieb, ANDRADE José 2007 *Clima e estado do tempo. Factores e elementos do clima. Classificação do clima-* Instituto de ciências Agrarias e Ambientais Mediterrâneo. Universidade de Évora;
- ❖ BRITOS Rui, 2007, *Manual de técnicas e métodos quantitativos*, INA- Instituto Nacional de Administração, Lisboa
- ❖ BRITO R., FAMBA S., MUNGUAMBE P., IBRAIMO N. e JULAIA C. 2009 *Water Net Working Paper* Secção de Uso de Terra e Água, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane, CP 257, Maputo, Moçambique
- ❖ COMISSAL, H. P., 2011. *Glossário de Ciências Agrárias*. Alcance editores Maputo;
- ❖ CUNGUARA, Benedito, 2011, *O Sector Agrário em Moçambique: Análise situacional, constrangimentos e oportunidades para o crescimento agrário*, Maputo;
- ❖ DNA, 1996. *Monografia hidrográfica da bacia do rio Limpopo – Texto*. Ministério das Obras Públicas e Habitação. República de Moçambique. 230 pp.
- ❖ FAEF (2004). *Apontamentos de Culturas alimentares e industriais*, Departamento de Produção e Protecção Vegetal (PPV) Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Maputo



- ❖ FERRARI, L. Antonio, 2012, *variabilidade e tendência da temperatura e pluviosidade nos Municípios de pirassununga, rio claro, são Carlos e são Simão (SP)* Estudo sobre Mudanças climáticas de curto prazo em escala local. Escola de são Carlos;
- ❖ FREIRE Custódio Cleuda, 2005, *Princípios de hidrologia ambiental Hidráulica e Saneamento*, EESC/USP;
- ❖ Guimarães Ricardo Paulo (2007), *métodos quantitativos estatísticos*, 1 edição, Brasil
- ❖ IIAM, Instituto De Investigação Agrária De Moçambique, (2012), *Relatório preliminar de pesquisa* N°. 3p Maputo.
- ❖ INGC; UEM & FEWS NET, 2003. *Atlas for Disaster Preparedness and Response in the Limpopo Basin. Moçambique* – Maputo. 99 pp;
- ❖ Instituto Nacional de Estatística –INE (2007), *Sinopse dos resultados definitivos do 3º recenseamento geral da população e habitação da Província de Gaza*
- ❖ Instituto nacional de investigação agronómica (INIA), (1997), impacto do fenómeno el nino na produção de cereais em Moçambique Maputo.
- ❖ LANDAU Charlotte Elena, SANS Aguiar Luis Marcelo, SANTANA Derli Prudente, (2010), *Sistema de Produção*, 1 Embrapa Milho e Sorgo ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição, Brasil
- ❖ MARQUES, M. R , VILANCULOS, M . MAFALACUSSER, J 2006, *Soil physics characterization of agricultural Wetlands*, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM)
- ❖ MICOA (2002) - *Estratégia de Prevenção e Combate às Queimadas e Desmatamento*, Maputo;
- ❖ Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER), 2010. *Trabalho de Inquérito agrícola* Departamento de Estatística, Direcção de Economia, MADER, República de Moçambique, Maputo;



- ❖ Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER). 2002. *Levantamento dos Regadios existentes no país*, Fase III – Zona Sul.

- ❖ PACHECO Anderson Juliano, OGLIARI José Paulo, 2011 análise de estatística usando statistic, Brasil.
- ❖ PELEGRINI José Cardoso, SANTANA Maria de pio Neiva, SILVA de Carlos Silvano, 2006, *Caracterização climática do estado de Boias*,Brazil.

- ❖ Reddy, S.J. 1986. *Agroclimate of Mozambique as relevant to dry-land agriculture*.Serie Terra e Água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica, Comunicação no 47. Maputo Moçambique;

- ❖ SANTOS Gonsalves Luiza, 2011, *Impactos das projecções das mudanças climáticas no balancé hídrico do solo e da soja (Glycimemax) no PAD/DF-Distrito federal*, Brasilia;

- ❖ SITO E. A. Tomas, 2005, *Agricultura familiar em Moçambique estratégias de desenvolvimento sustentável* Maputo.



IX. ANEXOS

CLASSIFICAÇÃO DE KÖEPPEN		
Primeira letra (indicador de grupo)		Segunda letra (indicador de tipo)
Código	Tipo	Descrição
A	Clima tropical	<ul style="list-style-type: none"> • Climas megatérmicos • Temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C • Estação invernal ausente • Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual)
B	Clima árido	<ul style="list-style-type: none"> • Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm) • Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual • Não existem cursos de água permanentes
C	Clima temperado ou Clima temperado quente	<ul style="list-style-type: none"> • Climas mesotérmicos • Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C • Temperatura média do mês mais quente > 10°C • Estações de Verão e Inverno bem definidas
D	Clima continental ou Clima temperado frio	<ul style="list-style-type: none"> • Climas microtérmicos • Temperatura média do ar no mês mais frio < -3°C • Temperatura média do ar no mês mais quente > 10°C • Estações de Verão e Inverno bem definidas
E	Clima glacial	<ul style="list-style-type: none"> • Climas polares e de alta montanha • Temperatura média do ar no mês mais quente < 10°C • Estação do Verão pouco definida ou inexistente

Código	Descrição	Aplica-se ao grupo
S	<ul style="list-style-type: none"> • Clima das estepes • Precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm 	B
W	<ul style="list-style-type: none"> • Clima desértico • Precipitação anual total média < 250 mm 	B
f	<ul style="list-style-type: none"> • Clima húmido • Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano • Inexistência de estação seca definida 	A-C-D
w	• Chuvas de Verão	A-C-D
s	• Chuvas de Inverno	A-C-D
w'	• Chuvas de Verão-outono	A-C-D
s'	• Chuvas de Inverno-outono	A-C-D
m	<ul style="list-style-type: none"> • Clima de monção: • Precipitação total anual média > 1500 mm • Precipitação do mês mais seco < 60 mm 	A
T	• Temperatura média do ar no mês mais quente compreendida entre 0 e 10°C	E
F	• Temperatura média do mês mais quente < 0°C	E
M	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitação abundante • Inverno pouco rigoroso 	E

Código	Descrição	Aplica-se aos grupos
a : Verão quente	• Temperatura média do ar no mês mais quente > 22°C	C-D
b : Verão temperado	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C • Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes > 10°C 	C-D
c : Verão curto e fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C • Temperaturas médias do ar > 10°C durante menos de 4 meses • Temperatura média do ar no mês mais frio > -38°C 	C-D
d : Inverno muito frio	• Temperatura média do ar no mês mais frio < -38°C	D
h : seco e quente	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média anual do ar > 18°C • Deserto ou semi-deserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C) 	B
k : seco e frio	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média anual do ar < 18°C • Deserto ou semi-deserto frio (temperatura anual média do ar inferior a 18°C) 	B

Terceira letra (indicador de subtipo)

Anexo A: Indicadores para classificação climática segundo Köppen

Anexo B: Valores de coeficiente de correlação de Pearson entre as estações meteorológicas para temperatura média máxima

Estações	Xai-xai	Alto	Bilene	Chicua	Chokwe	Macia	Maniq	Manj	Massa	Massi
xai-xai		0.97	0.98	0.89	0.96	0.96	0.99	0.98	0.84	0.68
Altochang	0.97		0.96	0.93	0.98	0.97	0.99	0.97	0.89	0.65
Bilene	0.98	0.96		0.88	0.95	0.96	0.97	0.96	0.82	0.64
Chicuala	0.89	0.93	0.88		0.92	0.92	0.92	0.90	0.94	0.63
Chókwe	0.96	0.98	0.95	0.92		0.97	0.98	0.96	0.88	0.72



Avaliação do efeito da variabilidade de temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho, nos distritos de Xai-xai, Macia, Chókwe e Chibuto na Província de Gaza.

Macia	0.96	0.97	0.96	0.92	0.97		0.96	0.95	0.88	0.64
Manique	0.99	0.99	0.97	0.92	0.98	0.96		0.98	0.87	0.70
Manjakaze	0.98	0.97	0.96	0.90	0.96	0.95	0.98		0.84	0.64
Massange	0.84	0.89	0.82	0.94	0.88	0.88	0.87	0.84		0.66
Massingir	0.68	0.65	0.64	0.63	0.72	0.64	0.70	0.64	0.66	

Anexo C: Valores de coeficiente de correlação de person entre as estações meteorológica para temperatura média mínima

Estações	Alto-ch	Bilene	Chicua	Chokw	Macia	Maniq	Manja	Massan	Massin	Xai-xai
Alt-changane		0.94	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.96	0.96	0.99
Bilene	0.94		0.89	0.94	0.93	0.94	0.96	0.89	0.90	0.97
Chicualacuala	0.97	0.89		0.96	0.97	0.98	0.96	0.98	0.96	0.96
Chokwe	0.97	0.94	0.96		0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.98
Macia	0.98	0.93	0.97	0.98		0.99	0.98	0.96	0.95	0.98
Maniqueniqu	0.99	0.94	0.98	0.97	0.99		0.98	0.97	0.96	0.99
Manjakaze	0.99	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98		0.95	0.95	0.99
Massangena	0.96	0.89	0.98	0.96	0.96	0.97	0.95		0.98	0.95
Massingir	0.96	0.91	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95	0.97		0.95
Xai-xai	0.99	0.97	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	0.95	0.95	

Anexo D: Valores de coeficiente de correlação de person entre as estações meteorológica para precipitação média

Estações	Xai-xai	Alt-Ch	Bilen	Chicu	Chokw	Macia	Maniqu	Manjak	Mansag	Massin
Xai-xai		0.8	0.8	0.4	0.7	0.8	0.7	0.8	0.4	0.2
Alt-changan	0.8		0.7	0.6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.6	0.3
Bilene	0.8	0.7		0.4	0.7	0.9	0.7	0.7	0.4	0.2
Chicualacua	0.4	0.6	0.4		0.6	0.3	0.5	0.4	0.7	0.6
Chokwe	0.7	0.8	0.7	0.6		0.8	0.6	0.7	0.6	0.5
Macia	0.8	0.7	0.9	0.3	0.8		0.7	0.7	0.4	0.2
Maniqueniq	0.7	0.8	0.7	0.5	0.6	0.7		0.7	0.5	0.2
Manjakaze	0.8	0.9	0.7	0.4	0.7	0.7	0.7		0.4	0.2
Massangena	0.4	0.6	0.4	0.7	0.6	0.4	0.5	0.4		0.5
Massingir	0.2	0.3	0.2	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2	0.5	



Anexo E: Valores de temperatura média anual, desvio padrão no período de 1985-1999

Ano	Xai-xai		Macia		Chókwè		Maniquenique	
	T.média	DP	T.média	DP	T.média	DP	T.média	DP
1985	23.3	2.8	22.0	4.3	23.5	3.5	23.3	3.0
1986	23.2	2.7	22.2	3.7	24.0	3.0	23.8	2.4
1987	23.8	3.4	25.1	2.4	24.2	3.8	24.7	2.6
1988	23.3	2.9	24.0	3.3	23.9	3.2	23.6	3.1
1989	23.4	2.5	23.3	2.3	24.1	2.6	23.2	2.6
1990	23.1	2.8	22.9	2.3	23.8	2.8	24.0	2.6
1991	23.6	3.0	22.8	2.9	24.4	3.2	24.0	3.2
1992	24.6	3.0	24.5	2.7	24.7	3.4	24.9	3.2
1993	23.5	2.8	23.5	2.8	24.0	2.9	23.6	2.9
1994	22.1	3.3	22.7	3.3	23.5	3.2	22.8	3.0
1995	23.5	3.0	22.9	3.5	24.2	3.4	23.5	3.2
1996	23.5	3.2	22.1	3.3	23.6	3.6	23.4	3.4
1997	23.4	2.9	23.9	3.0	24.0	3.3	23.9	2.9
1998	23.5	2.8	23.6	2.5	24.1	3.1	24.5	2.7
1999	23.6	3.0	23.6	3.3	23.7	3.1	23.9	2.9
Média	23.4	2.9	23.3	3.0	24.0	3.2	23.8	2.9

Anexo F: Valores de temperatura máxima anual, desvio padrão no período de 1985-1999

Ano	xai-xai		Macia		Chókwè		Maniquenique	
	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)
1985	28.7	2.6	28.9	2.8	29.3	3.2	29.4	2.8
1986	29.2	1.8	30.0	1.6	30.3	2.3	30.2	1.9
1987	29.3	3.0	30.1	2.2	30.2	3.5	30.7	2.5
1988	29.3	2.3	29.4	2.6	30.0	2.6	30.3	2.3
1989	28.9	1.9	29.0	2.0	30.2	2.2	29.8	2.2
1990	28.6	2.3	28.9	1.9	30.0	2.3	30.2	2.3
1991	29.1	2.5	28.7	2.5	30.5	2.8	30.2	2.7
1992	30.2	2.8	29.2	2.4	30.9	2.8	31.5	2.9
1993	28.8	2.2	29.2	2.5	30.0	2.2	30.1	2.5
1994	27.4	3.1	29.0	2.2	29.9	2.6	29.5	2.6
1995	28.9	2.5	29.4	3.2	30.3	3.0	30.3	2.8
1996	28.4	2.9	28.9	3.0	29.4	3.3	29.3	3.1
1997	28.6	2.2	29.2	2.3	29.7	2.3	29.7	2.4



1998	29.3	1.7	29.7	2.0	30.4	2.3	30.5	2.0
1999	29.0	1.8	29.1	2.6	29.7	2.2	29.7	2.1
Média	28.9	2.4	29.2	2.4	30.1	2.6	30.1	2.5

Anexo G: Valores de temperatura mínima anual, desvio padrão no período de 1985-1999

Ano	Xai-xai		Macia		Chókwè		Maniquenique	
	T.min(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)
1985	17.9	3.1	15.2	2.8	17.8	3.8	17.3	3.2
1986	17.3	3.6	14.5	1.6	17.7	3.7	17.4	3.0
1987	18.2	3.7	20.0	2.2	18.3	4.1	18.6	2.7
1988	17.3	3.6	18.7	2.6	17.8	3.8	17.0	3.9
1989	18.0	3.0	17.6	2.0	18.1	3.0	16.5	3.0
1990	17.6	3.3	16.9	1.9	17.5	3.3	17.7	2.9
1991	18.1	3.6	16.9	2.5	18.3	3.7	17.9	3.6
1992	19.0	3.1	19.8	2.4	18.6	3.9	18.3	3.4
1993	18.1	3.4	17.9	2.5	18.0	3.5	17.2	3.3
1994	16.9	3.5	16.4	2.2	17.0	3.7	16.0	3.5
1995	18.2	3.6	16.3	3.2	18.1	3.8	16.8	3.6
1996	18.7	3.5	15.3	3.0	17.8	4.0	17.4	3.7
1997	18.2	3.6	18.5	2.3	18.4	4.2	18.1	3.4
1998	17.7	3.8	17.6	2.0	17.8	3.9	18.5	3.4
1999	18.2	4.1	18.1	2.6	17.7	4.0	18.1	3.7
Média	18.0	3.5	17.3	2.4	17.9	3.8	17.5	3.4

Anexo H: Valores de precipitação média anual, desvio padrão no período de 1985-1999

Ano	Xai-xai		Macia		Chokwe		Manique	
	Pr.(mm)	DP	Pr.(mm)	DP	Pr.(mm)	DP	Pr.(mm)	DP
1985	1216.2	63.7	1007.5	70.8	780.9	68.8	953.2	38.3
1986	875.1	64.0	775.2	47.5	401.6	33.9	746.6	54.7
1987	775.6	35.9	688.5	26.4	440.9	26.1	635.5	34.4
1988	677.7	36.4	713.5	36.9	246.5	15.4	549.1	34.8
1989	981.4	64.6	783.7	49.8	567.0	60.6	826.2	46.0
1990	1084.0	87.0	831.5	92.0	534.2	62.3	602.9	53.7
1991	770.0	64.0	838.6	54.1	369.2	35.2	600.4	59.2
1992	866.0	96.6	735.5	82.5	387.2	52.8	595.4	69.2
1993	1125.8	82.7	963.4	65.6	505.5	45.5	759.8	60.7
1994	945.5	68.7	720.7	53.8	318.4	24.4	760.0	63.0
1995	718.1	46.4	804.5	50.3	371.3	32.0	523.1	31.5
1996	1066.9	71.9	989.1	80.1	692.9	66.8	595.7	50.5



Avaliação do efeito da variabilidade de temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho, nos distritos de Xai-xai, Macia, Chókwè e Chibuto na Província de Gaza.

1997	840.4	51.9	989.8	74.1	576.7	43.7	829.2	64.8
1998	947.0	75.5	916.0	75.5	749.7	85.5	868.3	82.1
1999	1223.0	121.1	964.3	96.3	624.8	66.2	718.3	64.6
Média	940.8	68.7	848.1	63.7	504.5	48.0	704.2	53.8

Anexo I: Valores de temperatura média anual, desvio padrão no período de 2000-2012

Anos	Xai-xai		Macia		Chókwè		Maniquenique	
	T.média	DP	T.média	DP	T.média	DP	T.média	DP
2000	23.0	2.9	23.4	3.3	23.4	3.1	24.0	2.6
2001	23.3	2.8	23.6	2.4	23.7	2.8	24.3	2.5
2002	22.3	3.4	23.6	2.4	23.8	2.8	24.1	2.7
2003	23.7	3.0	23.5	3.1	23.9	3.6	23.1	5.9
2004	23.9	3.1	23.7	3.3	23.4	3.8	24.7	3.4
2005	23.9	2.8	24.7	3.0	24.0	2.8	24.9	3.0
2006	23.4	3.2	23.6	3.3	23.0	3.8	24.2	3.6
2007	23.9	2.7	24.0	2.9	22.8	3.1	23.8	3.7
2008	23.2	2.6	24.2	2.9	23.9	3.0	24.7	2.7
2009	23.3	3.3	23.8	3.2	24.4	3.5	24.4	2.9
2010	24.6	2.8	24.3	2.9	24.5	3.6	24.4	3.2
2011	24.0	3.3	23.5	3.1	24.3	3.4	24.5	3.2
2012	25.8	1.9	24.2	2.7	24.3	2.8	24.4	2.5
Media	23.7	2.9	23.8	3.0	23.8	3.2	24.3	3.2

Anexo J: Valores de temperatura máxima anual, desvio padrão no período de 2000-2012

Ano	Xai-xai		Macia		Chókwè		Maniquenique	
	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)	T.mx(°C)	DP(°C)
2000	27.0	2.5	28.0	2.4	28.7	2.4	28.7	2.4
2001	28.9	1.7	28.8	1.8	29.6	1.9	29.5	2.0
2002	27.3	3.7	29.6	2.3	30.1	2.4	30.1	2.4
2003	28.9	2.6	29.0	3.2	30.3	3.4	27.9	8.3
2004	28.4	2.6	28.9	3.2	29.5	3.2	29.4	2.7
2005	28.8	2.5	30.0	2.7	31.1	2.7	30.9	2.7
2006	28.2	2.6	29.4	3.0	29.8	3.1	29.9	3.1
2007	28.7	1.8	29.4	2.6	30.1	2.8	29.8	3.2
2008	28.5	1.7	29.4	1.9	30.7	2.2	30.9	2.2
2009	28.6	2.9	29.0	3.2	30.5	2.7	30.8	2.0
2010	28.5	2.6	29.3	2.8	30.7	3.0	30.8	3.1



Avaliação do efeito da variabilidade de temperatura e precipitação no rendimento da cultura de milho, nos distritos de Xai-xai, Macia, Chókwè e Chibuto na Província de Gaza.

2011	27.7	2.7	28.8	2.8	30.4	3.1	31.0	3.4
2012	28.6	1.7	30.2	2.3	30.7	2.5	31.4	1.8
	28.3	2.4	29.2	2.6	30.2	2.7	30.1	3.0

Anexo K: Valores de temperatura mínima, desvio padrão no período de 2000-2012

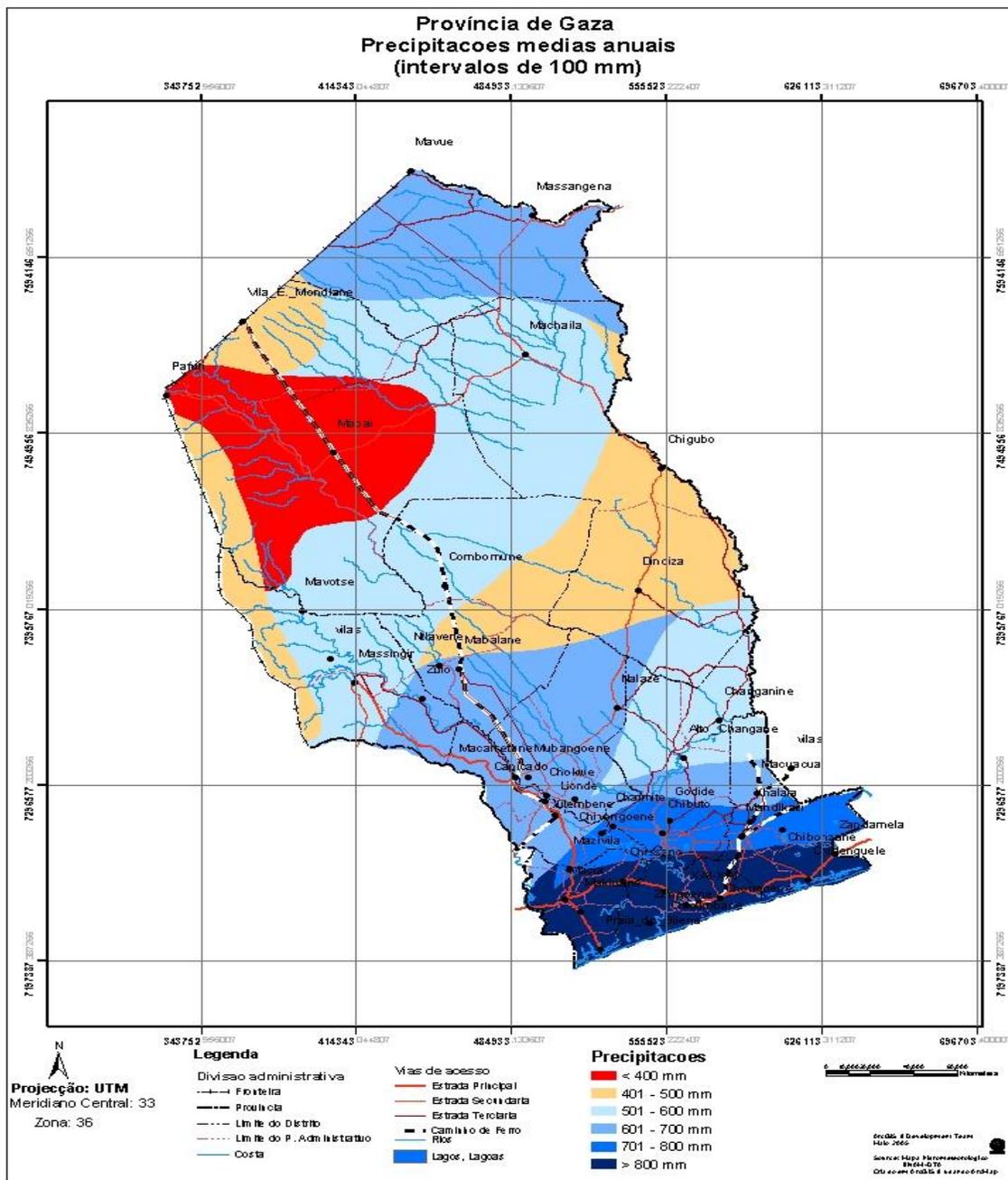
Ano	Xai-xai		Macia		Chokwe		Manique	
	T.mi(°C)	DP(°C)	T.mi(°C)	DP(°C)	T.mi(°C)	DP(°C)	T.mi(°C)	DP(°C)
2000	19.1	3.3	18.8	4.2	18.1	3.8	19.2	2.7
2001	17.7	3.9	18.4	3.1	17.8	3.8	19.1	3.1
2002	17.2	3.1	17.6	2.6	17.4	3.1	18.1	2.9
2003	18.5	3.4	17.9	3.1	17.4	3.7	18.2	3.4
2004	19.3	3.6	18.6	3.4	17.3	4.4	20.1	4.2
2005	19.0	3.0	19.3	3.4	16.9	2.9	18.9	3.3
2006	18.6	3.9	17.8	3.6	16.2	4.5	18.5	4.2
2007	19.0	3.5	18.6	3.3	15.5	3.4	17.8	4.2
2008	17.8	3.5	19.1	3.8	17.1	3.8	18.4	3.1
2009	18.1	3.7	18.5	3.3	18.3	4.2	17.9	3.7
2010	20.6	3.1	19.3	3.0	18.4	4.2	18.0	3.2
2011	20.3	3.8	18.1	3.4	18.1	3.6	18.1	3.1
2012	23.0	2.2	18.2	3.1	18.0	3.2	17.5	3.1
Media	19.1		18.5		17.4		18.4	

Anexo L: Valores de precipitação total anual, desvio padrão no período de 2000-2012

Ano	Xai-xai		Macia		Chókwè		Manique	
	Pr(mm)	DP(mm)	Pr(mm)	DP(mm)	Pr(mm)	DP(mm)	Pr(mm)	DP(mm)
2000	1743.0	166.8	1439.6	143.5	1034.3	108.6	1115.0	82.6
2001	1228.0	105.3	1307.5	115.3	893.9	78.9	869.1	76.3
2002	772.3	42.7	611.2	30.2	414.9	30.4	608.6	41.7
2003	1060.0	63.7	960.9	76.0	534.1	44.3	857.0	55.9
2004	950.8	47.7	1294.7	92.5	1007.6	85.4	754.3	57.9
2005	922.2	81.6	815.5	56.7	422.1	33.1	616.7	43.3
2006	1450.6	119.4	1088.3	89.6	765.9	80.8	874.3	84.0
2007	1044.3	69.0	845.8	62.1	532.1	44.6	655.0	53.7
2008	679.6	40.8	604.3	40.8	299.2	29.2	316.2	28.7
2009	679.5	36.6	668.5	42.9	486.0	45.1	479.0	36.7
2010	1286.1	75.3	1209.3	113.0	1030.0	95.3	708.4	45.7
2011	1201.0	109.8	1134.6	104.9	601.4	72.7	1309.2	91.5



2012	918.8	68.9	955.3	74.0	637.4	68.7	694.0	58.8
------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------



Anexo M: Precipitações médias anuas para distritos da província de Gaza

Fonte: DPA- Gaza



X. APÊNDICE

Apêndice I: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Xai-xai

Variáveis estatísticas	Temperatura média	Rendimento
Média	23.7	821.9
Variância	0.5	86624.7
Observações	13.0	13
Variância agrupada	43312.6	
Hipóteses de diferença das médias	0.0	
Grau de liberdade	24.0	
Estatística t	-9.8	
P(T<=t) uni-caudal	0.000	
t Crítico uni-caudal	1.7	
P(T<=t) bi-caudal	0.000	
t crítico bi-caudal	2.1	

Apêndice II: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Macia

Variáveis estatísticas	Temperatura média	Rendimento
Média	23.8	853.0
Variância	0.1	352167.3
Observações	13.0	13
Variância agrupada	176083.7	
Hipóteses de diferença das médias	0.0	
Grau de liberdade	24.0	
Estatística t	-5.0	
P(T<=t) uni-caudal	0.000	
t Crítico uni-caudal	1.7	
P(T<=t) bi-caudal	0.000	
t crítico bi-caudal	2.1	



Apêndice III: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Chibuto

Variáveis estatísticas	Temperatura média	Rendimento
Média	24.3	825.3
Variância	0.2	165351.1
Observações	13.0	13
Variância agrupada	82675.6	
Hipóteses de diferença das médias	0.000	
Grau de liberdade	24.0	
Estatística t	-7.1	
P(T<=t) uni-caudal	0.000	
t Crítico uni-caudal	1.7	
P(T<=t) bi-caudal	0.000	
t crítico bi-caudal	2.1	

Apêndice IV: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para temperatura média em Chókwè

Variáveis estatísticas	Temperatura média	Rendimento
Média	23.7	1004.1
Variância	0.3	141261.4
Observações	13.0	13
Variância agrupada	70630.9	
Hipóteses de diferença das médias	0.0	
Grau de liberdade	24.0	
Estatística t	-9.4	
P(T<=t) uni-caudal	0.000	
t Crítico uni-caudal	1.7	
P(T<=t) bi-caudal	0.000	
t crítico bi-caudal	2.1	



Apêndice V: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Xai-xai

Variáveis estatísticos	Precipitação	Rendimento
Média	1085.5	821.9
Variância	92630.8	86624.7
Observações	13	13
Variância agrupada	89627.8	
Hipóteses de diferença das médias	0	
Grau de liberdade	24	
Estatística t	2.24	
P(T<=t) uni-caudal	0.02	
t Crítico uni-caudal	1.71	
P(T<=t) bi-caudal	0.03	
t crítico bi-caudal	2.06	

Apêndice VI: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Macia

Variáveis estatísticos	Precipitação	Rendimento
Média	1000.8	853.0
Variância	46943.5	352167.3
Observações	13.0	13
Variância agrupada	199555.4	
Hipóteses de diferença das médias	0	
Grau de liberdade	24	
Estatística t	0.84	
P(T<=t) uni-caudal	0.20	
t Crítico uni-caudal	1.71	
P(T<=t) bi-caudal	0.41	
t crítico bi-caudal	2.06	



Apêndice VII: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Chibuto

Variáveis estatísticas	Precipitação	Rendimento
Média	757.3	825.3
Variância	42461.3	165351.1
Observações	13.0	13
Variância agrupada	103906.2	
Hipóteses de diferença das médias	0	
Grau de liberdade	24	
Estatística t	-0.54	
P(T<=t) uni-caudal	0.30	
t Critico uni-caudal	1.71	
P(T<=t) bi-caudal	0.60	
t critico bi-caudal	2.06	

Apêndice VIII: Teste T de duas amostras com variâncias iguais para precipitação média em Chókwè

Variáveis estatísticas	Precipitação	Rendimento
Média	671.5	1004.1
Variância	44900.7	141261.4
Observações	13	13
Variância agrupada	93081	
Hipóteses de diferença das médias	0	
Grau de liberdade	24	
Estatística t	-2.78	
P(T<=t) uni-caudal	0.01	
t Critico uni-caudal	1.71	
P(T<=t) bi-caudal	0.010	
t critico bi-caudal	2.06	