



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Oceanografia

**ESTUDO DA VARIAÇÃO MULTI – TEMPORAL DA TEMPERATURA,
PRECIPITAÇÃO E HUMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE
QUELIMANE E SUA RELAÇÃO COM OS ÍNDICES OCEÂNICOS
(1981 - 2016).**

Autor:

Hilário Isaías Tamele Júnior

Quelimane, Março de 2019



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Oceanografia

**ESTUDO DA VARIAÇÃO MULTI – TEMPORAL DA TEMPERATURA,
PRECIPITAÇÃO E HUMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE
QUELIMANE E SUA RELAÇÃO COM OS ÍNDICES OCEÂNICOS
(1981 - 2016).**

Autor:

Hilário Isaías Tamele Júnior

Supervisor:

Doutor Hélder Machaieie

Quelimane, Março 2019

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, força e proteção nesta jornada.

A família Tamele e em especial a minha mãe pela vida, cuidados e acima de tudo a fé em mim e acompanhamento durante os meus estudos.

Aos meus ente-queridos: pai Hilário I. Tamele e irmão Zeferino H. Tamele pelo apoio que em vida proporcionaram.

Aos meus irmãos: Mónica H. Tamele, Belmiro H. Tamele, Silvestre H. Tamele, Horácio H. Tamele, Guilhermina H. Tamele e Telma H. Tamele pela força, apoio, encorajamento e pela confiança de transformar este sonho em realidade.

Aos meus sobrinhos (as), primos (as), cunhadas e tios (as) pelos melhores e maus momentos juntos compartilhados durante esta longa jornada.

Ao meu supervisor prof. Dr. Hélder Machaieie pelo apoio e acompanhamento durante a realização do trabalho.

A Universidade Eduardo Mondlane, em particular a Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pela oportunidade que me foi concedida.

A todos docentes e funcionários da ESCMC que diretamente ou indiretamente contribuíram na minha formação.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INAM) - Quelimane pela oportunidade de estágio, e a toda equipa técnica pela confiança, apoio e aprendizado fornecido durante o período de estágio.

A família por mim criada em especial ao Hélder Mangaze, Teodato Monjane, Madson Chaguala, Baptista Mangorrombane, Dércio Mucavele, Idácio Namborete, Moisés Muholove, Cecílio Matsumane, Domingos Boana, Elias Sengo, Lucas Muhai, Trajacília Machava, Célia Maússe, Aida Matsinhe, Almiro Monjane, Carlinha Tiroso, Nora Chilaúle, Rosa Vontade, Olinda Rufo e a todos que de forma directa ou indireta fizeram parte na minha vida académica.

E todas turmas do ano 2014 em particular a turma de Oceanografia.

DEDICATÓRIA

O presente trabalho é dedicado a minha mãe Maria Alcinda Mandlate, aos meus irmãos (ãs) e sobrinhos (as) que apesar da distância e dificuldades sempre garantiram o seu apoio incondicional.

Lucas 15:11-32.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho de Licenciatura foi completamente realizado pelo empenho, esforço e dedicação pessoal. As ideias originais do presente trabalho são fruto do autor e as outras são devidamente referenciadas ao longo de todo trabalho. Declaro ainda que o presente trabalho nunca foi apresentado para obtenção do título de licenciatura ou outro grau acadêmico em nenhuma instituição de ensino.

Quelimane, Março de 2019.

O Autor:

(Hilário Isaías Tamele Júnior)

LISTA DE ABREVIATURAS

Sigla	Significado
DJF	Dezembro, Janeiro e Fevereiro
ENSO	El Niño/ Oscilação Sul
ESRL	Earth System Research Laboratory
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
FMA	Fevereiro, Março e Abril
INAM	Instituto Nacional de Meteorologia
JFM	Janeiro, Fevereiro e Março
JJA	Junho, Julho e Agosto
MAM	Março, Abril e Maio
NDJ	Novembro, Dezembro e Janeiro.
PSD	Divisão de Ciências Físicas
TSM	Temperatura Superficial do Mar
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCOIT	Zona de Convergência do Oceano Indico Tropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descrição da área de estudo.....	7
Figura 2. Variação sazonal da temperatura na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016.	9
Figura 3. Variação sazonal da precipitação na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016.....	10
Figura 4. Variação sazonal da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016.....	11
Figura 5. Variação inter-anual da temperatura do ar na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016	12
Figura 6. Variação inter-anual da precipitação na cidade de Quelimane entre 1981-2016.....	13
Figura 7. Variação inter-anual da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016..	14
Figura 8. Relação da variação sazonal da temperatura do ar em função do índice do oceano pacífico....	16
Figura 9. Relação da variação sazonal da precipitação em função do índice do oceano pacífico	16
Figura 10. Relação da variação sazonal da humidade relativa do ar em função do índice do oceano pacífico	17
Figura 11. Variação da anomalia da precipitação (Fig. 11a) e humidade relativa do ar (Fig. 11b).....	19

Resumo

O presente trabalho de pesquisa teve como objectivo principal estudar a variação multi-temporal das variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e humidade do ar) na cidade de Quelimane e relacionar com os índices oceânicos do pacífico.

A avaliação multi-temporal (sazonal, inter-anual, decadal) das variáveis meteorológicas foi através das médias mensais, anuais e decadais para cada serie temporal, e para relacionar com os índices oceânicos foi através do uso de duas abordagens de análise:

Na primeira abordagem, foram calculadas médias sazonais (para cada três meses) e determinadas as médias normais climatológicas (sem a ocorrência dos índices) e médias correspondentes aos anos em que os índices climáticos estavam acima do limiar $+0.5^{\circ}$ (El-Niño) e abaixo do limiar -0.5° (La-Niña).

Na segunda abordagem foram calculadas as anomalias das médias anuais da precipitação e humidade para os anos classificados como de el-niño ou la-niña.

Resultados revelaram a cidade de quelimane apresenta verão chuvoso e inverno seco podendo apresentar uma taxa anual da precipitação do período chuvoso à seco variando com entre 2000 mm e 860 mm com amplitude máxima de 970.5 mm e mínima de 35.1 mm. A precipitação apresenta duas estações distintas: a chuvosa se estende entre os meses de Dezembro e Abril com valores entre 110 e 300 mm, sendo Janeiro o mês mais chuvoso e a estação seca apresenta valores entre 10 e 80 mm com o mínimo observado no mês de Setembro.

A variação anual da temperatura é caracterizada por um período de altas temperaturas (verão) com temperaturas variando entre 26 e 28°C, estendendo-se entre Outubro e Abril e um período de temperaturas baixas, com valores entre 21 e 24 °C durante os meses de Maio e Setembro.

Os valores mais elevados da humidade relativa do ar ocorrem entre Janeiro e Julho e variam entre 81 e 83 % sendo que o máximo é observado em Março. O período de baixa humidade relativa do ar ocorre entre Agosto e Dezembro com valores variando entre 74 e 78 % com o mínimo ocorrendo em Outubro.

Para o período 1981-2016 o ano mais frio foi o ano 1981 com uma temperatura média anual de cerca de 24 °C e os mais quentes foram os anos 2007 e 2009 com temperatura média anual de cerca de 26. 2°. A década mais fria foi a década de 1980 com temperatura média de cerca de 24.9°C e a mais quente foi a

década de 2000 com uma temperatura média de cerca 25.8°C. A temperatura apresentou uma tendência de aumento, à uma taxa média de 0.011 °C.

Os anos 1983, 1987 e 1992 foram os anos mais secos do período 1981-2016 com precipitação anual acumulada de cerca 200 mm. O ano 1981 foi o mais chuvoso, com precipitação anual acumulada de cerca de 2000 mm. A década mais chuvosa foi a década de 1980 com média de precipitação anual acumulada de cerca de 1800 mm. A década mais seca foi a década de 2000, com média de precipitação anual acumulada de cerca de 1200 mm. Durante o período em análise a precipitação apresentou tendência de diminuição à uma taxa média de -9.36 mm / ano.

A década de 1980 foi a década menos húmida para o período 1981-2016, tendo apresentado uma média de humidade relativa do ar de cerca de 80 %. A década de 2000 foi a década mais húmida com uma média de humidade relativa do ar de cerca de 88%. A humidade relativa mostrou uma tendência à uma taxa média de 0.086 % por ano. A variação da temperatura não se mostrou relacionada à variação da temperatura do oceano Pacífico.

A precipitação mostrou-se inversamente relacionada à variação da temperatura na região Niño-3.4 do Oceano Pacífico, sendo que durante o período quente da temperatura na região Niño-3.4 a precipitação tende em apresentar valores abaixo da média histórica, principalmente nos trimestres Setembro-Outubro-Novembro à Maio-Junho-Julho.

Palavras-chave: Variáveis meteorológicas, índices oceânicos.

Summary

The main objective of this research was to study the multi-temporal variation of the meteorological variables (temperature, precipitation and humidity of the air) in the city of Quelimane and to relate to the oceanic indexes of the Pacific.

The multi-temporal (seasonal, inter-annual, decadal) evaluation of the meteorological variables was through the monthly, annual and decadal averages for each time series, and to relate to the oceanic indexes was through the use of two analysis approaches:

In the first approach, seasonal averages (for every three months) were calculated and the normal climatological means (without occurrence of the indices) and averages corresponding to the years when the climatic indexes were above the + **0.5 °** (El-Niño) threshold and below the **-0.5 °** (La-Niña) threshold were determined.

In the second approach, the anomalies of the annual precipitation and humidity averages were calculated for the years classified as El-Niño or La-Niña.

Results revealed that the city of Quelimane presents a rainy summer and a dry winter, with an annual dry rainfall rate varying between 2000 mm and 860 mm with a maximum amplitude of 970.5 mm and a minimum of 35.1 mm. The precipitation has two distinct seasons: rainy season runs between December and April, with values between 110 and 300 mm, January being the wettest month and the dry season presenting values between 10 and 80 mm with the minimum observed in the month of September.

The annual temperature variation is characterized by a period of high temperatures (summer) with temperatures varying between 26 and 28 °C, extending between October and April and a period of low temperatures, with values between 21 and 24 °C during the months of May and September.

The highest values of relative humidity occur between January and July and vary between 81 and 83%, with the maximum observed in March. The period of low relative humidity is between August and December, with values ranging from 74 to 78 % with the lowest occurring in October.

For the period 1981-2016 the coldest year was the year 1981 with an average annual temperature of about 24 °C and the hottest were the years 2007 and 2009 with average annual temperature of about 26.2°. The coldest decade was the 1980s with an average temperature of about 24.9 °C and the hottest

decade was the 2000s with an average temperature of about 25.8 °C. The temperature showed a tendency to increase, at an average rate of 0.011 °C.

The years 1983, 1987 and 1992 were the driest years of the period 1981-2016 with cumulative annual precipitation of about 200 mm. The year 1981 was the rainiest, with cumulative annual precipitation of about 2000 mm. The rainiest decade was the 1980s with cumulative annual rainfall averaging about 1800 mm. The driest decade was the decade of 2000, with accumulated annual precipitation average of about 1200 mm. During the period under analysis, precipitation showed a tendency to decrease at an average rate of -9.36 mm / year.

The 1980s were the least wet decade for the period 1981-2016, with an average relative humidity of about 80%. The 2000s was the wettest decade with an average relative humidity of about 88%. Relative humidity showed a trend at an average rate of 0.086% per year. The temperature variation was not related to the variation of the temperature of the Pacific Ocean.

The rainfall was inversely related to the temperature variation in the Niño-3.4 region of the Pacific Ocean, and during the warm period of the temperature in the Niño-3.4 region, precipitation tended to present values below the historical average, mainly in the quarters September-October -November to May-June-July.

Key words: Meteorological variables, oceanic indexes.

Índice	Número de Páginas
CAPITULO I.....	1
1. Introdução & Objectivos.....	1
1.1.Introdução	1
1.2.Problematização e Justificativa	3
1.3.Objectivos	3
1.4.Objectivos Específicos.....	3
CAPITULO II	4
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1.Variabilidade Climática	4
2.2. El-niño & La-niña e sua influência na precipitação e na temperatura.....	4
2.3.Zona de convergência intertropical (ZCIT)	5
CAPITULO III.....	7
3. Metodologia	7
3.1.Área de estudo.....	7
3.2.Aquisição de dados.....	7
3.3.Método	8
CAPITULO IV	10
4. Resultados e Discussão	10
4.1.Variação sazonal e inter-anual da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.	10
4.1.1. Variação sazonal da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.	10
4.2.Variação inter-anual, decadal e da tendência da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.	14

4.3.Avaliação da relação das variáveis meteorológicas observadas na cidade de Quelimane com o índice do pacífico.....	17
4.3.1. Relação da temperatura do ar registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).....	17
4.3.2. Relação da precipitação registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).....	18
4.3.3. Relação da humidade relativa do ar registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).....	19
4.4. Determinação da variação da anomalia da precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.	20
4.4.1. Variação da anomalia da precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.	20
CAPITULO V	22
5. Conclusão.....	22
6. Referências bibliográficas.....	24

CAPITULO I

Introdução & Objectivos

1.1. Introdução

A cidade de Quelimane localizada nas margens do estuário dos bons sinais é banhada pelos rios Cuácua e Bons sinais, apresenta uma ligação directa com o oceano índico e é situado abaixo do nível médio do mar; sofre altas temperaturas e chuvas intensas durante a estação chuvosa provocando enchentes e inundações acompanhadas de outros desastres naturais como ventos fortes e secas por vezes prolongadas.

A sua costa é caracterizada por uma ampla diversidade de habitats e biodiversidade, com espécies endémicas, algumas em via de extinção; apresenta também recursos diversos que incluem as pescarias, fauna e flora costeira as quais suportam a subsistência da população residente nestas zonas, e o desenvolvimento da economia do país. Esta cidade apresenta variações na temperatura e precipitação influenciadas pelas duas estações do ano (seca e chuvosa), com um clima tropical húmido (Hoguane, 2007).

Com as mudanças climáticas globais, a meteorologia vem evoluindo bastante na investigação dos fenómenos que causam alteração das variáveis meteorológicas daí, o interesse maior na previsão do tempo para melhor entender os fenómenos que apoquentam a natureza e a sociedade.

Vários estudos, como os de Kene (1999) e Nicholson (2018) mostraram que o aquecimento/resfriamento anormal das águas superficiais do pacífico e do índico têm influenciado na temperatura do ar e na precipitação em algumas regiões continentais. Kumar (1999), por exemplo afirma que o evento El niño/oscilação sul (ENSO) tem um influenciado negativamente nas chuvas de monção na Índia, induzindo à redução da precipitação durante o el-niño e aumento desta durante la-niña.

O presente trabalho avalia a variação sazonal, inter-anual e tendência da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar e procura relacionar a variabilidade desses parâmetros com os índices oceânicos do índico e do pacífico.

Entende-se por Índices oceânicos as anomalias ou oscilações da temperatura superficial do mar nos oceanos pacífico e índico equatorial, podendo afectar o sistema climático regional ou global.

A circulação do Oceano Índico e seus impactos sobre o clima regional tem sido um tema de grande interesse recentemente e várias revisões apareceram na literatura. A circulação do vento no oceano Índico foi estudado por vários cientistas de modo a entender a sua variabilidade sazonal e inter-anual, seus impactos na variabilidade climática e também o seu papel sobre os oceanos atlântico e pacífico nos trópicos (Vinayachandran et al, 2010).

Precipitação é o processo do retorno à superfície terrestre da água que passou do estado líquido para gasoso na atmosfera em forma da chuva ou outros processos que causem a sua queda, podendo ser em forma de chuva, granizo, gelo, saraiva, geada, chuviscos ou orvalho; é um fenômeno atmosférico que mais contribui na ocorrência de desastres naturais seja em excesso ou escassez (inundações e secas), acompanhadas de ventos fortes e calor intenso (Salini, 2011).

A temperatura, a humidade e a pressão influenciam na manifestação dos elementos como a precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio. A variação espacial e temporal deve-se à manifestação dos factores do clima que correspondem às características geográficas diversificadoras da paisagem, como a latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade, maritimidade e actividades humanas (Correa, 2011).

Através das mudanças na circulação atmosférica, o dipolo do oceano Índico influencia no clima mundial, na oscilação do sul do pacífico, na variabilidade da precipitação durante o evento do verão indiano, na condição climática do verão no leste da Ásia, na precipitação africana e no clima do inverno australiano (Yamagata, et al., 2004).

As oscilações da zona de convergência intertropical são tidas como um dos factores que também contribui na maior queda da precipitação nas regiões sul da África durante o período chuvoso e é responsável pelo regime de precipitação nos trópicos, é caracterizada por uma faixa de intensa precipitação e uma grande cobertura de nuvens convectivas ao redor do globo terrestre próximo a linha do equador (Aimola & Moura, 2016).

1.2.Problematização e Justificativa

A cidade de Quelimane tem como base de subsistência a agricultura, aquacultura, pecuária e da pesca. Em certos regimes do ano é afectado por vários desastres naturais tais como: ondas de calor, descargas atmosféricas, ciclones tropicais, secas e cheias; Esses desastres tem impactado negativamente na qualidade da vida da população.

As ondas de calor por exemplo, tem sido relacionadas no aumento de doenças cardiovasculares e na morte de animais. As secas e cheias por sua vez tem causado perdas de diversas culturas agrícolas devido a falta e excesso de água respectivamente e na proliferação de doenças hídricas.

O conhecimento da variação sazonal e inter-anual da temperatura, precipitação e humidade do ar na cidade de Quelimane e sua relação com os índices oceânicos do Índico e pacífico pode ajudar a entender a frequência da ocorrência dos eventos extremos e conhecer as forçantes climáticas remotas que controlam a sua ocorrência. Por sua vez, o conhecimento da relação na ocorrência dos eventos extremos (secas, cheias, aquecimento anormal) e as forçantes climáticas remotos como o ENSO, pode ajudar na previsão dos eventos climáticos e na tomada de medidas de resiliência.

1.3.Objectivos

O presente trabalho de pesquisa tem como objectivo geral, estudar a variação multi-temporal da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane e sua relação com os índices oceânicos.

1.4.Objectivos Específicos

- a) Descrever a variação sazonal, inter-anual, decadal e da tendência das variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e humidade relativa do ar) na cidade de Quelimane.
- b) Relacionar os índices oceânicos do pacífico com as variáveis meteorológicas na cidade de Quelimane.
- c) Avaliar o comportamento da anomalia na precipitação e humidade relativa do ar durante os anos dos índices positivos/ negativos na cidade de Quelimane.

CAPITULO II

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Variabilidade Climática

O clima é um agente responsável pela existência da vida no planeta terra, desde a formação das estruturas geológicas, no relevo, solo, vegetação, fauna, rios (Carvalho *et al*, 2016).

O entendimento do clima e o tempo é fundamental desde os tempos remotos, não por se tratar de um mistério, mas sim pela sua importância para povos antigos no planejamento urbano e também de se relacionar com as atividades agrícolas, caça e comemorativas (Carvalho *et al*, 2016).

A temperatura do ar como salta o Carvalho *et al* (2016), varia de lugar com o decorrer do tempo em uma determinada região. A dinâmica espacial da temperatura pode ser interferida pela latitude, relevo, ventos assim como das correntes oceânicas; é determinada pela entrada e saída da radiação que um corpo possui ou ainda pela sua transformação do calor latente em sensível.

A variabilidade climática é usado na descrição das variações do clima em função dos condicionadores naturais do clima no planeta e suas interações, deste modo denomina-se “variabilidade natural do clima”. Já as “mudanças climáticas” são alterações na variabilidade natural do clima devido às atividades humanas (Steinke *et al*, 2005).

O ENSO é um fenômeno climático de larga escala tropical da interação do oceano-atmosfera ligado ao aquecimento periódico da TSM transversalmente ao pacífico equatorial, e contribui com cerca de 30% no total da variação das anomalias da TSM no oceano Índico através da forçante remota (Pervez & Henebry, 2016).

2.2. El-niño & La-niña e sua influência na precipitação e na temperatura

O El-niño/ Oscilação Sul (ENSO) é um fenômeno causado pelo processo da interação entre oceano e atmosfera ligado às alterações normais da temperatura superficial do mar (TSM) e dos ventos alísios na região do pacífico equatorial entre a costa do Perú e Austrália; apresentando duas fases das quais a negativa (la-niña) com chuvas geralmente acima do normal climatológico e positiva (el-niño) com chuvas geralmente abaixo do normal climatológico (Oliveira *et al*, 2015).

De acordo com Oliveira *et al* (2015), salienta que o ENSO pode apresentar características diferentes na sua ocorrência; podendo ser irregular nas fases frias e quentes com um ciclo de duração média de 4 anos. Os ciclos irregulares apresentam intensidades variáveis podendo durar de 2 a 7 anos e tornando difícil a sua previsão de ocorrência, podendo-se recorrer a previsão probabilística deste fenómeno.

O oceano indico equatorial é quente no Este quando a termoclina profunda e a camada de mistura são suportados pelas células convectivas da atmosfera no Oeste. Durante certos anos o oceano indico oriental torna-se frio e ventos anómalos sopram de Este para Oeste ao longo do equador em direção ao sudoeste da costa de Sumatra, e quando a termoclina profunda e a camada de mistura ascendem as células de convecção da atmosfera ficam suprimidos e por vezes o oceano indico oriental torna-se quente e aumenta a convecção atmosférica (Rao et al, 2010).

2.3. Zona de convergência intertropical (ZCIT)

A zona de convergência oceânica tropical é uma zona de convecção numa larga escala no oceano indico equatorial meridional e é responsável pelas chuvas fortes na região do oceano indico, entretanto, no evento do modo do dipolo chuvas decrescem durante a ZCOT e compensados por aumento da chuva no Oeste (Harou *et al*, 2006).

As alterações dos padrões do vento em grande escala (Saji et al, 1999), aumentam a convergência e as misturas pelo vento mantendo assim a precipitação normal no noroeste da zona de convergência do oceânico tropical (ZCOT). Na época normal das monções do verão os ventos do Oeste acumulam água quente ao longo do equador e na costa através do downwelling equatorial e costeiro preso pelas ondas de Kelvin (Saji et al, 1999).

No continente africanos e sul-americano a ZCIT oscila de acordo com as estações do ano, visto que apresenta uma distribuição espacial mais ampla em relação as zonas oceânicas. Na bacia do indico ela oscila drasticamente entre 20° N no verão boreal e 8° S no verão austral estabelecendo deste modo a variação sazonal das chuvas por onde passa (Aimola & Moura, 2016).

Em anos do evento do modo do dipolo (Saji et al, 1999), ventos anormais estendem-se do Leste ao longo do equador evitando a intrusão da corrente equatorial e permitindo que o processo de resfriamento seja dominante na indonésia. As anomalias da TSM são acompanhadas por aumento da precipitação no Este

da África, e secas na Indonésia com direção do vento zonal reverso no sentido Oeste – Este (Harou *et al*, 2006).

Harou *et al* (2006), salientam ainda que a TSM mais frio na Indonésia ocidental e noroeste da Austrália é esperado que seja acompanhado por alta pressão atmosférica na superfície relativo ao oceano Índico ocidental equatorial e produz regimes de vento zonal no Leste e no oceano Índico equatorial os ventos predominantes sopram de Oeste a Este.

De acordo com Saji *et al* (1999), a estrutura do dipolo é caracterizado pelas anomalias da TSM durante estes eventos; o maior aquecimento que o normal da TSM ocorre em grande escala na bacia ocidental enquanto a TSM na Sumatra é arrefecida que o normal. Quando maior precipitação é observado na África oriental e no ocidente do oceano Índico decresce no arquipélago da Indonésia resultando em secas severas e ventos alísios sopram em direção à Este enfraquecidos (Saji *et al*, 1999).

Os dados de chuvas analisados por (Saji *et al*, 1999), revelaram que durante o evento do dipolo a chuva decresce na zona de convergência do oceano tropical (ZCOT) e aumenta no oceano Índico tropical ocidental. Este padrão de chuvas consiste na mudança da dinâmica de convergência/ divergência associado ao campo de ventos.

Durante os eventos do modo do dipolo a TSM na Sumatra é arrefecida e as convecções enfraquecem nas zonas de convergência do oceânico tropical (ZCOT) modificando a pressão superficial e ventos do sudoeste convergindo a jusante (Saji *et al*, 1999).

CAPITULO III

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no centro do país, na província da Zambézia, cidade de Quelimane, entre latitude $17^{\circ}52'13''\text{S}$ e longitude $36^{\circ}56'7.7''\text{E}$. Apresenta uma taxa anual da precipitação com cerca de 860 a 2000 mm, uma temperatura média de 28°C e uma humidade de ar de cerca de 79%. Apresenta um clima tropical húmido com estação seca no inverno segundo a classificação climática estabelecida pelo Köppen em 1900, aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a colaboração do Rudolf Geiger.

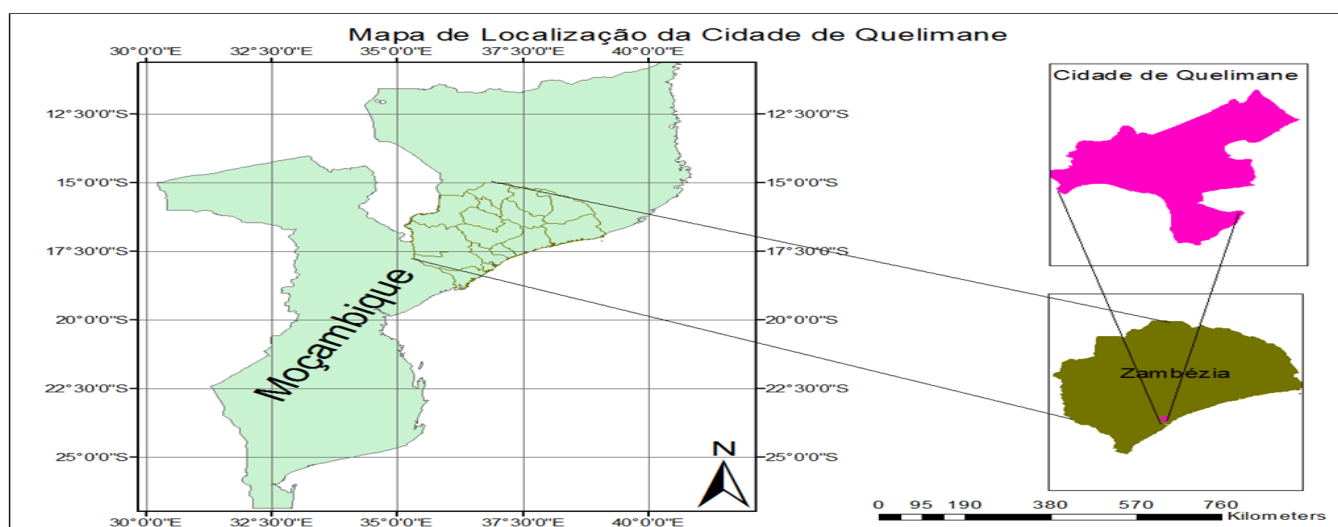


Figura 1. Descrição da área de estudo

3.2. Aquisição de dados

Os dados da precipitação, temperatura do ar (1981 – 2016) e humidade relativa do ar (1985 - 2016) foram adquiridos no instituto nacional de meteorologia (INAM) na estação de observação da cidade de Quelimane.

Os dados do índice oceânico (niño-3.4) foram adquiridos na página da internet do laboratório de pesquisas do sistema terra (ESRL) pertencentes a divisão de ciências físicas (PSD) no *website*: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list>.

3.3.Método

A metodologia do trabalho consistiu na aquisição, processamento e análise dos dados históricos adquiridas no INAM na estação meteorológica da cidade de Quelimane, e na página da internet do laboratório de pesquisas do sistema terra pertencentes a divisão de ciências físicas.

Para a análise da variabilidade multi-temporal da precipitação, temperatura e da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane, foi empregue o pacote estatístico Microsoft Excel 2013 na organização dos dados e em seguida foi usado o pacote Matlab R2017a no cálculo das médias sazonais, anuais, decadais e do desvio padrão.

Foram organizados e agrupados os dados das variáveis meteorológicas de três em três meses de junho a julho do ano subsequente a partir de 1981 a 2016 e achadas médias sazonais em conformidade com a tabela da ocorrência do ENSO de modo a analisar a variabilidade da sazonalidade das variáveis meteorológicas ao longo dos anos da ocorrência dos índices oceânicos.

A variação inter-decadal de cada um dos parâmetros meteorológicos foi determinada a partir das médias anuais para o caso da temperatura e humidade relativa do ar e a partir da acumulação anual total para o caso da precipitação.

Para a avaliação da relação das variáveis meteorológicas com o índice do pacífico (Niño-3.4) foram usadas duas abordagens de análise:

Na primeira abordagem, foram calculadas médias sazonais (para cada três meses) e determinadas as médias normais climatológicas (sem a ocorrência dos índices) e médias correspondentes aos anos em que os índices climáticos estavam acima do limiar **+0.5°** e abaixo do limiar **-0.5°**.

Na segunda abordagem foram calculadas as anomalias das médias anuais da precipitação e humidade para os anos classificados como de El-Niño ou La-Niña.

As tendências de variação dos parâmetros foram determinadas a partir das seguintes equações:

$$\Delta T = \frac{T_f - T_i}{tempo_f - tempo_i} \text{ para a temperatura; } \Delta p = \frac{p_f - p_i}{tempo_f - tempo_i} \text{ para precipitação; e } \Delta H = \frac{H_f - H_i}{tempo_f - tempo_i} \text{ para}$$

humidade relativa do ar.

Onde: ΔT - é taxa média de variação de temperatura;

Δp - é a taxa média de variação precipitação;

ΔH - é a taxa média de variação da humidade relativa do ar;

tempo_f - é o ano da última observação da série de inter-anual;

tempo_i - é o ano da primeira observação da série inter-anual;

Os valores iniciais e finais de cada parâmetro foram calculados a partir das equações de gráficos gerados no pacote Microsoft Excel.

Após dos dados terem submetidos a todos tratamentos e análises necessárias, os resultados foram visualizadas em forma gráfica e posteriormente foram feitas as suas interpretações.

CAPITULO IV

4. Resultados e Discussão

4.1. Variação sazonal e inter-anual da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.

4.1.1. Variação sazonal da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.

Temperatura

A Figura 2 ilustra a variação sazonal da temperatura do ar na cidade de Quelimane entre os anos 1981 a 2016. De acordo com a Figura, baixas temperaturas no inverno são observadas entre Maio à Setembro com valores a oscilarem com cerca de 21° a 26° C sendo que as temperaturas mínimas registadas no mês de Julho. Mais ainda mostra que altas temperaturas no verão são observadas entre Outubro a Março com valores médios a oscilarem com cerca de 26° a 28° C e com máximas registadas nos meses de Janeiro e Dezembro.

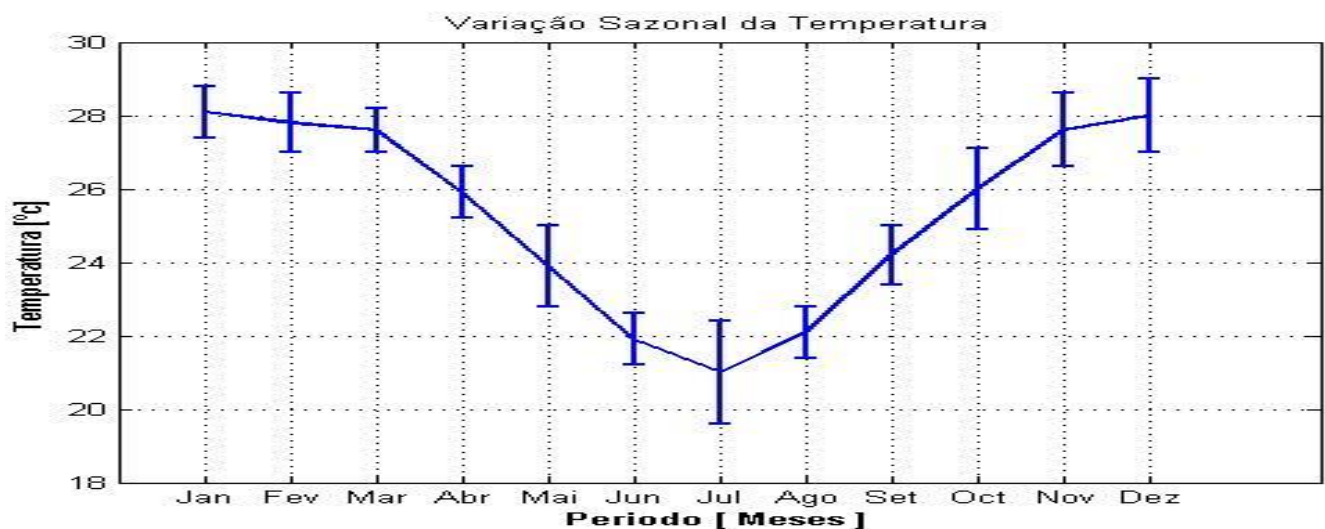


Figura 2. Variação sazonal da temperatura na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016.

Precipitação

A variação sazonal da precipitação está apresentada na Figura 3. Com base na Figura é possível notar que a estação chuvosa se estende entre os meses de Dezembro e Abril com valores variando entre 110 mm em Abril e 300 mm em Janeiro, e a estação seca ocorre entre Maio à Novembro com valores

variando entre 10 mm em Setembro e cerca de 70 mm em Novembro. A distribuição anual da temperatura e precipitação sugere os meses de verão são maioritariamente chuvosos e os de inverno são maioritariamente secos.

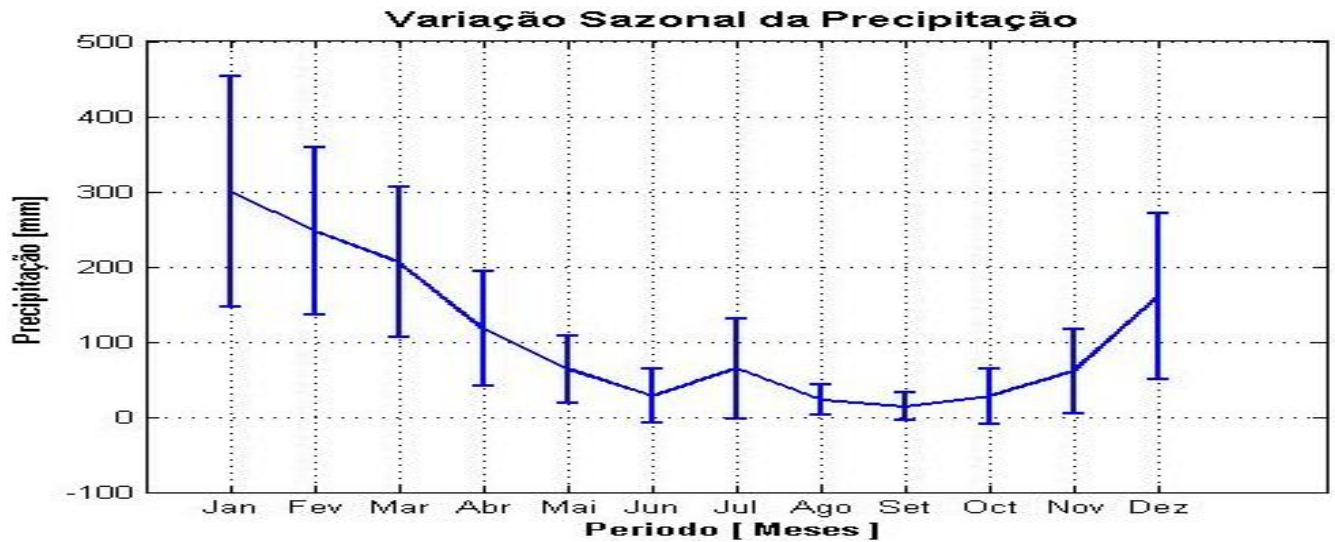


Figura 3. Variação sazonal da precipitação na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016.

Humidade Relativa

A variação sazonal da humidade do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016 é ilustrada pela Figura abaixo. De acordo com a mesma, altos valores da humidade são observados a partir de Janeiro a Julho podendo oscilar com cerca de 81 a 83% e com uma máxima registada no mês de Março. Para o resto do ano, entre Agosto e Dezembro observa-se uma redução na humidade do ar com valores entre 74 e 78% sendo que o mínimo registado em Outubro. A distribuição da humidade relativa do ar não mostra-se estar relacionada com as distribuições da temperatura do ar e precipitação, sugerindo ser independente das outras.

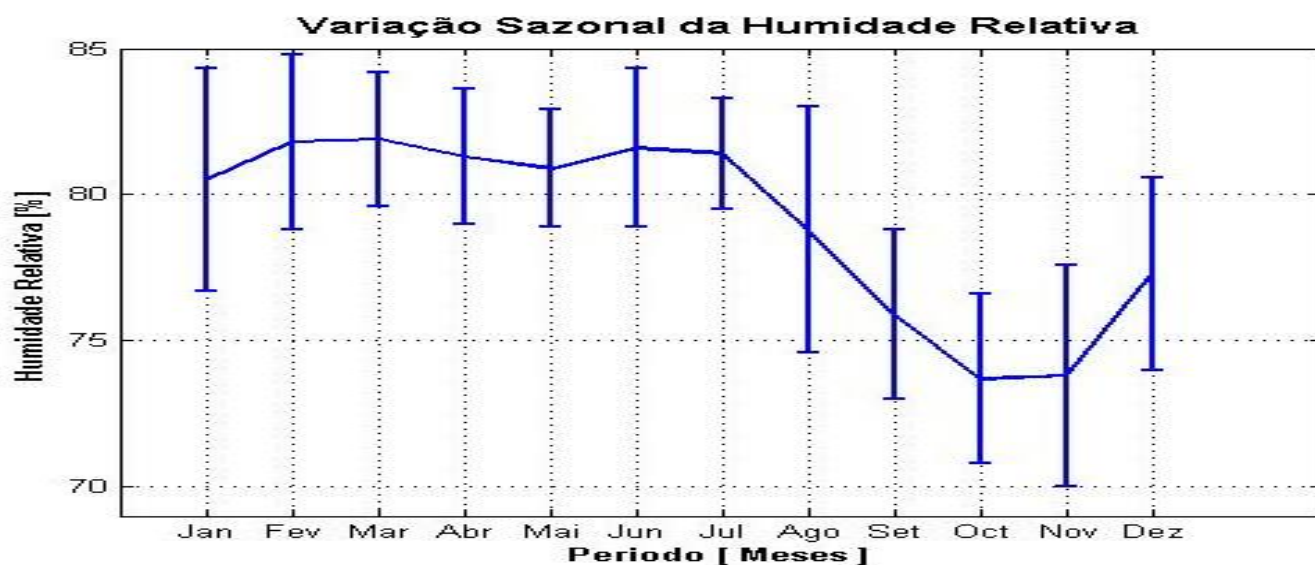


Figura 4. Variação sazonal da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016.

A cidade de Quelimane é caracterizada por um clima tropical húmido com a precipitação bem distribuída de região para região ao longo do ano, mas em outros casos é dividida em longos períodos que são geralmente denominadas como estação seca e estação chuvosa (Macie & Freitas, 2016).

Na análise da variação sazonal das variáveis meteorológicas patentes nas Figuras (2, 3 e 4), observou-se que a temperatura do ar (Fig.2), precipitação (Fig.3) apresentam maiores valores durante o regime chuvoso e humidade do ar (Fig.4) estende-se do regime chuvoso a seco. Possivelmente estas oscilações podem estarem associados a fenómenos de interação entre oceano-atmosfera que influenciam na maior descarga fluvial e nas altas temperaturas durante o verão, também a outros factores que controlam o clima da região. Resultados do género são apresentados pelo (Tique, 2015) onde aponta as cidades de Quelimane e da Beira de apresentarem maiores índices de precipitação entre Janeiro, Fevereiro e Março.

Para Macie & Freitas (2016), no estudo das características da estação chuvosa em Moçambique e probabilidade de ocorrência de períodos secos verificaram que o regime da precipitação em Moçambique é influenciado por ciclones tropicais formados na bacia do sudoeste do oceano Índico durante o verão, sistemas de baixa pressão sobre o continente, frentes frias, zona de convergência intertropical (ZCIT), monção da Índia, anticiclones dos oceanos Atlântico e Índico e o El Niño /Oscilação Sul.

4.2. Variação inter-anual, decadal e da tendência da temperatura, precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.

Temperatura do ar

A variação inter-anual da temperatura na cidade de Quelimane durante 1981 a 2016 esta apresentada na Figura 4. De acordo com a Figura é possível notar que a temperatura na cidade de Quelimane registou varias oscilações ao longo do período em análise. Para além das oscilações, pode-se desatacar o aumento significativo e abrupto de cerca de 1 °C entre 1982 e 1983 e cerca de 0,7° C entre os anos 2005 e 2006, e uma redução significativa com cerca de 1 °C durante os 2010 a 2014. Durante o intervalo de 1984 a 2009 a temperatura apresentou-se aumentar gradualmente com cerca de 1 °C sendo que apresentou ligeiras oscilações durante esse período. Mostra ainda que a década 1980 foi um período caracterizado por baixas temperaturas enquanto a década 2000 por um período de altas temperaturas. A temperatura mostrou uma tendência de aumento durante todo período em análise à uma taxa de 0.011 °C.

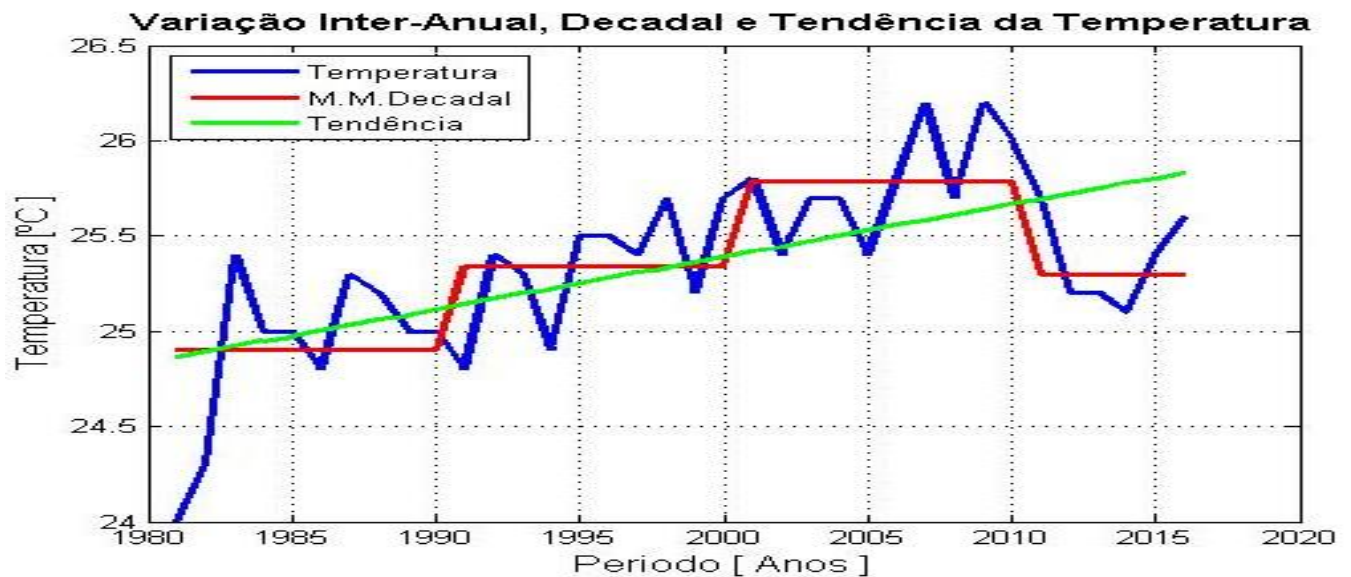


Figura 5. Variação inter-anual da temperatura do ar na cidade de Quelimane entre 1981 a 2016. A linha vermelha ilustra a variação das médias móveis anuais (M.M), preta a tendência, e azul indica variação anual da temperatura.

Precipitação

A Figura 6 mostra a variação inter-anual da precipitação na cidade de Quelimane no período 1981 a 2016. No geral a precipitação oscilou entre anos chuvosos com valores acumulados anuais de cerca de 2000 mm e anos seco com uma precipitação anual de cerca de 860 mm. Os anos chuvosos destacam-se 1981, 1984, 1989, 1996, 2000 e 2007 com o ano 1981 destacado mais chuvoso com cerca de 2000 mm, e dos anos secos foram destacados 1983, 1987, 1992, 2002 e 2008, sendo 1983, 1987, 2002 e 2008 anos mais secos e todos com valores registados anualmente próximos dos 860 mm. Mais além, a década 1980 foi caracterizado por um período húmido (chuvoso) e a década 2000 foi caracterizado por um período seco. Os anos 1983-1984 apresentaram uma maior amplitude com cerca de 970.5 mm e menor amplitude entre 2014-2015 com cerca de 35.1 mm. A precipitação anual tende a reduzir a uma taxa de -9,36 mm.

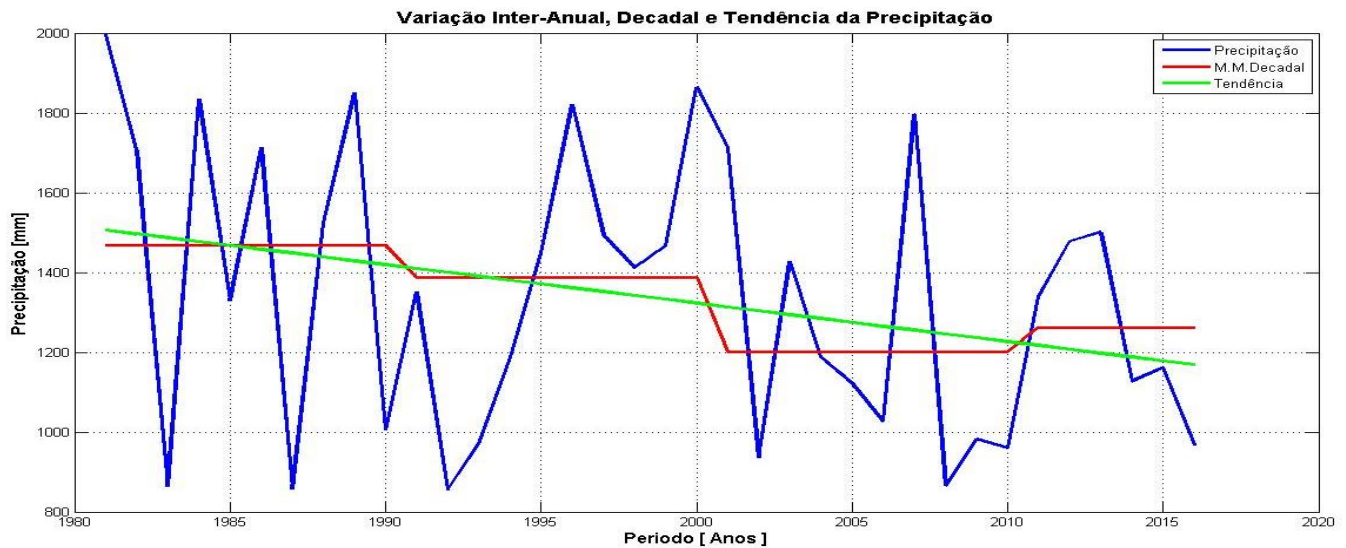


Figura 6. Variação inter-anual da precipitação na cidade de Quelimane entre 1981-2016. A cor vermelha representa a variação anual das médias móveis (M.M), a preta a tendência e azul o comportamento da precipitação.

Humidade relativa do ar

A variação inter-anual da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016 é ilustrada pela Figura a seguir. Com base na Figura 6 é possível notar ligeiras oscilações na variação da humidade tendo registado uma máxima no ano 2000 com cerca de 83,1%. Além disso, apresentou valores mínimos

no ano 2008 com cerca de 74,1%. Ainda mais apresentou uma tendência de redução a uma taxa anual de cerca de 0.086%. Ilustra ainda que a década 1980 foi caracterizado por um período de humidade e período seco (menor humidade) na década 2000.

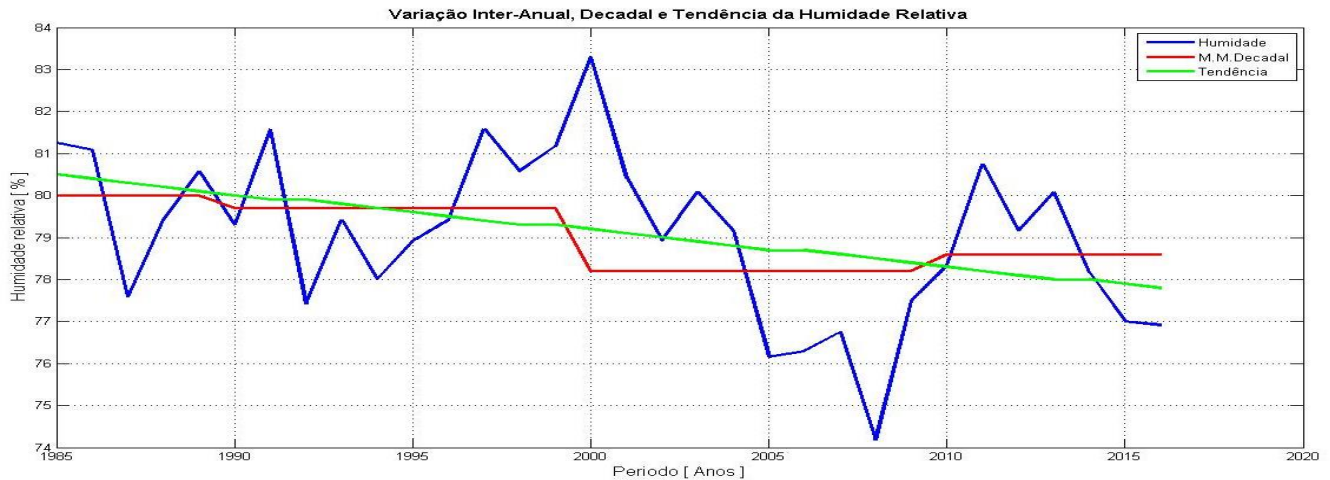


Figura 7. Variação inter-anual da humidade relativa do ar na cidade de Quelimane entre 1985 a 2016. A cor vermelha representa a variação anual das médias móveis (M.M), a preta a tendência e azul o comportamento da precipitação.

O comportamento na variação inter-anual das variáveis meteorológicas ilustradas pelas figuras (5, 6 e 7), mostram que a temperatura do ar (Fig.5) registou certas variações abruptas durante alguns anos; a precipitação (Fig.6) e humidade do ar (Fig.7) registaram valores altos nos anos considerados mais chuvosos. Estes factos possivelmente estejam relacionados com as variações da zona de convergência intertropical e a vários factores capazes de modelarem o clima da região, dentre eles o el-niño/ Oscilação sul. De acordo com Aimola & Moura (2016), a zona de convergência intertropical nos continentes Africanos e Sul-americano oscila de acordo com as estações do ano e com uma distribuição espacial muito amplo no oceano índico; e oscila drasticamente na posição 20° N no verão boreal e 8° S no verão austral estabelecendo deste modo a variação sazonal das chuvas por onde passa. Steinke *et al* (2005) associa a variabilidade das variáveis meteorológicas a vários factores tais como a ciclicidade das manchas solares, ciclos lunares, actividades vulcânicas, e episódios de ENSO; deste modo é possível que alguns destes factores estejam associados nas variações observadas nas variáveis meteorológicas.

4.3. Avaliação da relação das variáveis meteorológicas observadas na cidade de Quelimane com o índice do pacífico.

4.3.1. Relação da temperatura do ar registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).

A Figura mostra o comportamento da variação sazonal do perfil médio da temperatura do ar durante os eventos positivos / negativos do niño-3.4 e a média normal climatológica.

Durante os episódios positivos (el-niño) são observadas altas temperaturas entre JFM onde atingem o pico máximo com cerca de 28° de media e baixa durante JJA com cerca de 22° de mínima. Além do mais, o episódio frio (la-niña) governa durante JFM com o pico mais alto da temperatura até MJJ; a média normal climatológica atinge o seu pico máximo durante o período de NDJ com cerca de 27,6° e mínima entre JJA. Mais ainda, na estação seca é mais observado o episódio frio em relação aos episódios quente e normal onde são mais frequentes durante a estação chuvosa. Contudo, a temperatura apresenta uma relação inversa com os índices do pacifico visto que quanto maior a temperatura durante o episodio quente menor será a media normal climatológica e a temperatura do episodio frio e vice-versa.

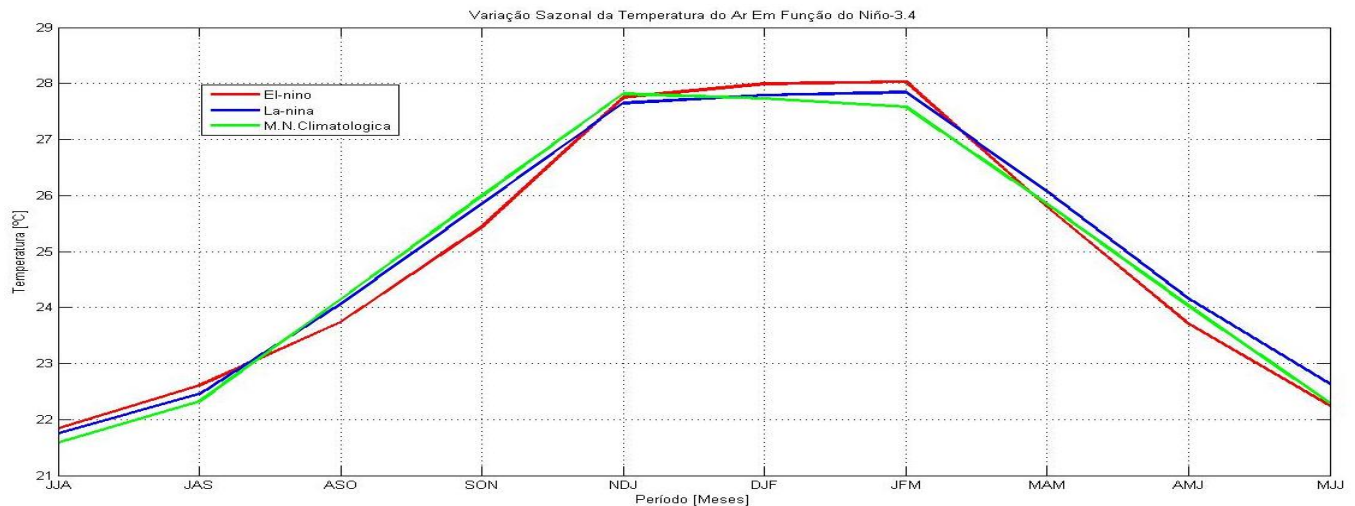


Figura 8. Relação da variação sazonal da temperatura do ar em função do índice do oceano pacífico; a cor vermelha descreve o el-niño, a azul descreve la-niña e a cor verde descreve a média normal climatológica.

4.3.2. Relação da precipitação registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).

O comportamento da variação sazonal do perfil da precipitação durante os eventos positivos/ negativos do niño-3.4 e da média normal climatológica é ilustrada pelo gráfico a seguir. De acordo com a mesma, a normal climatológica e o episódio frio sobrepõe-se durante os meses de JFM onde atingem os valores máximos com cerca de 265 mm e entre ASO com cerca de 20 mm. Ainda mais, durante os anos normais (sem ocorrência dos índices) e episódios frios é observada maior índice da precipitação em contraste com a ocorrência do episódio quente que geralmente observa-se baixa precipitação excepto entre os meses de ASO que supera a precipitação normal e do episódio frio. Em suma, a precipitação apresenta uma relação inversa com os eventos climáticos.

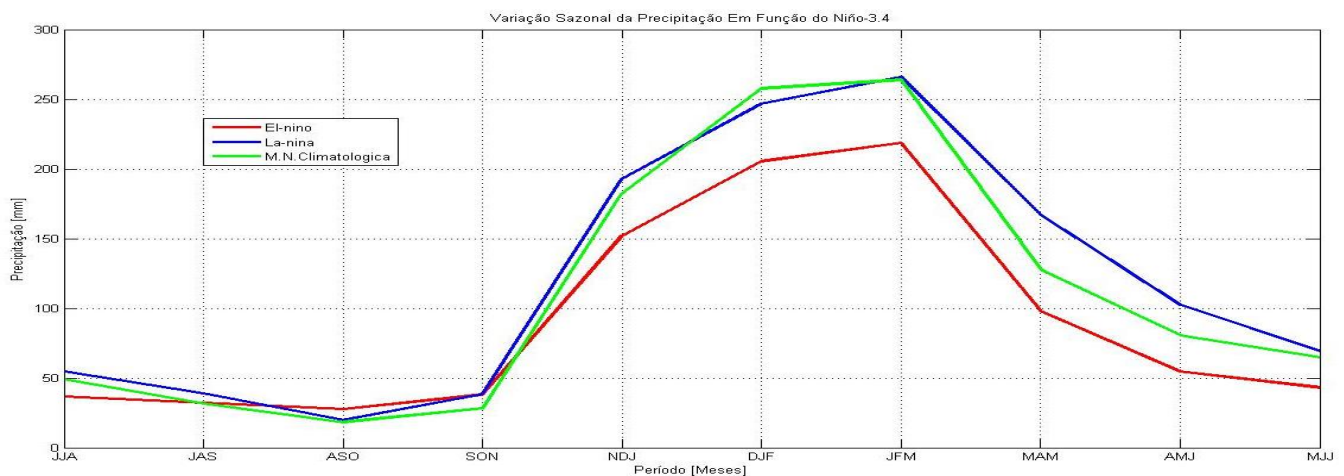


Figura 9. Relação da variação sazonal da precipitação em função do índice do oceano pacífico; a cor vermelha descreve o el-niño, a azul descreve la-niña e a cor verde descreve a média normal climatológica.

4.3.3. Relação da humidade relativa do ar registada na cidade de Quelimane com o índice do pacífico (niño-3.4).

A variação sazonal da humidade relativa do ar descrita na Figura a baixo ilustra que durante a ocorrência do episódio frio é sempre verificado maior humidade excepcionando alguns meses normais que também apresentam maior humidade durante NDJ a JFM. Além de mais nota-se uma inversalidade entre os índices com a humidade pois a maior humidade é observada durante o episodio frio entre MAM e menor entre SON durante a normal climatológica.

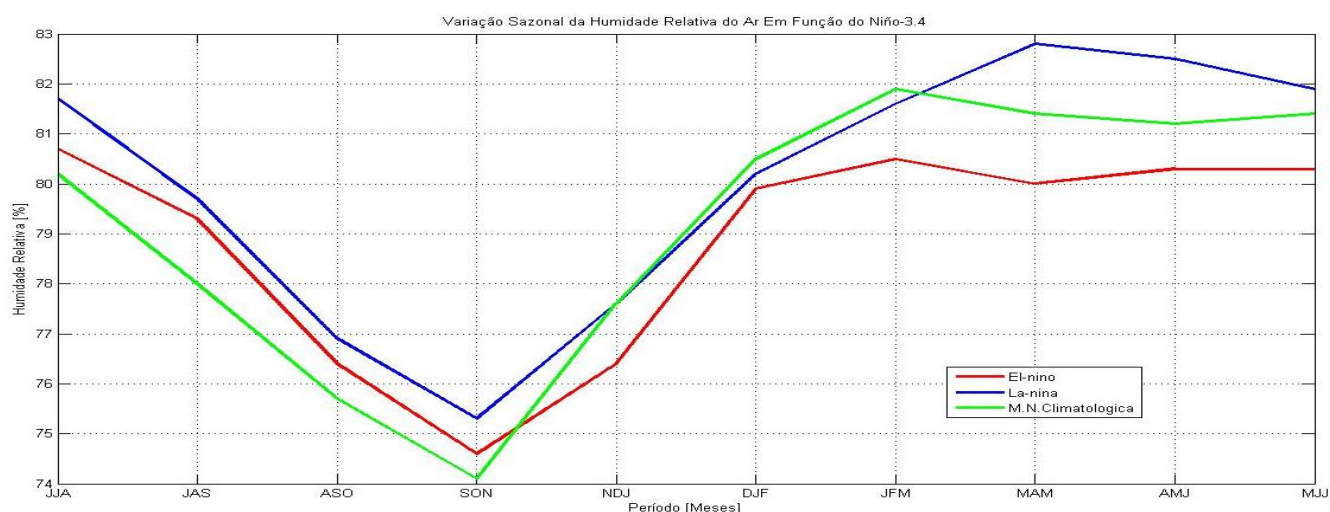


Figura 10. Relação da variação sazonal da humidade relativa do ar em função do índice do oceano pacífico; a cor vermelha descreve o el-niño, a azul descreve la-niña e a cor verde descreve a média normal climatológica.

As variáveis meteorológicas observadas na cidade de Quelimane descritas nas Figuras 8, 9 e 10 apresentaram uma inversalidade com os índices oceânicos.

De acordo com Tique (2015), o modo do dipolo se apresenta como resposta na variação da temperatura superficial do mar no oceano pacífico tropical sendo que no caso de el-niño teria um determinado padrão e contrário na presença de la-niña. Além disso, nessas regiões são observadas condições do fluxo convergente e divergente causado pelo aquecimento e resfriamento da temperatura superficial do mar no oceano Índico ou anomalias no movimento vertical associado a variações da temperatura superficial do mar no oceano pacífico.

4.4. Determinação da variação da anomalia da precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.

4.4.1. Variação da anomalia da precipitação e humidade relativa do ar na cidade de Quelimane.

As Figuras abaixo ilustram as anomalias da precipitação entre os anos 1981 a 2016 (Fig. 11a) e da humidade relativa do ar entre 1985 a 2016 (Fig.11b) na cidade de Quelimane na ocorrência dos eventos positivos (el-niño) e negativos (la-niña). A precipitação apresentou anos com anomalias positivas na ocorrência do evento negativo tendo registado maiores valores entre os anos 1988 e 2000 com cerca de 30 mm e valores abaixo da média em 2008 com cerca de -40 mm em contraste para o evento positivo que apresentou anomalias negativas com valores a oscilarem com cerca de -40 mm abaixo da média e 8 mm entre 2009 e 1997 respectivamente. No que concerne a humidade do ar durante o evento negativo apresentou valores que variam entre -5% abaixo da média e 4% entre os anos 2007 e 1999 respectivamente sendo que o evento positivo apresentou uma variação de cerca de -3,6 e 1,1% entre os anos 2005 e 1997 respectivamente.

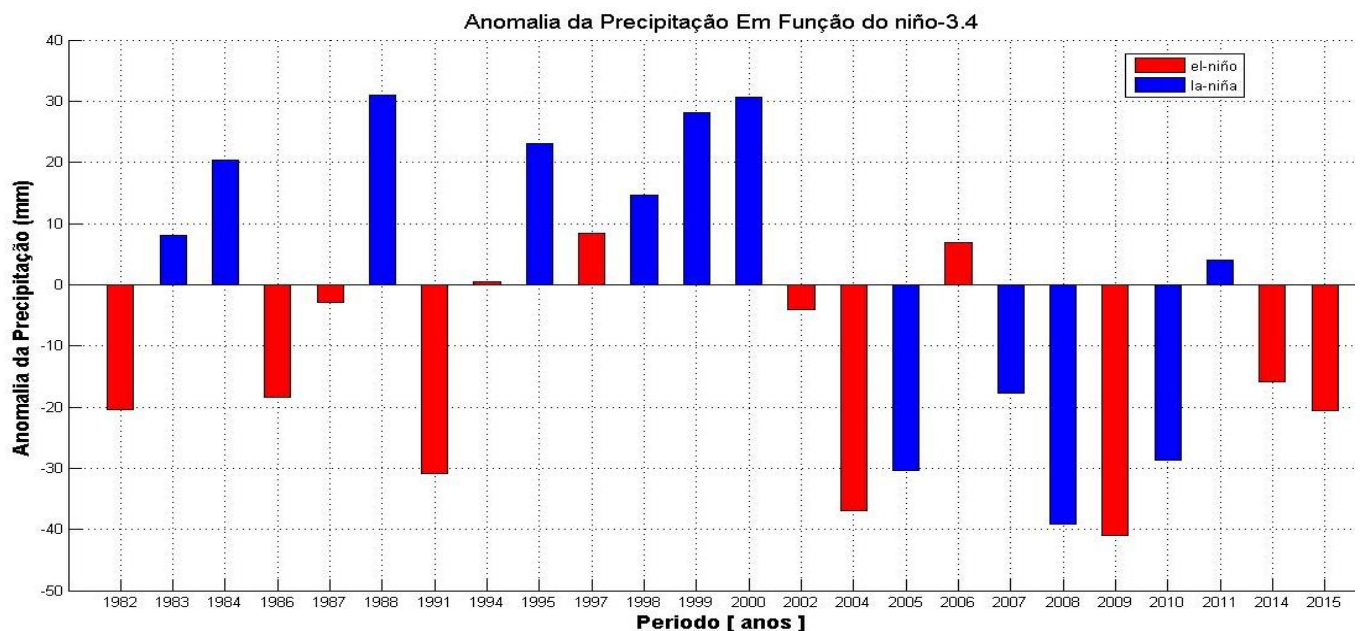


Figura 11a. Variação da anomalia da precipitação em conformidade dos anos da ocorrência do el-niño e la-niña. A cor azul representa o fenómeno la-niña e a vermelha o el-niño. A cor azul representa o fenómeno la-niña e a vermelha o el-niño.

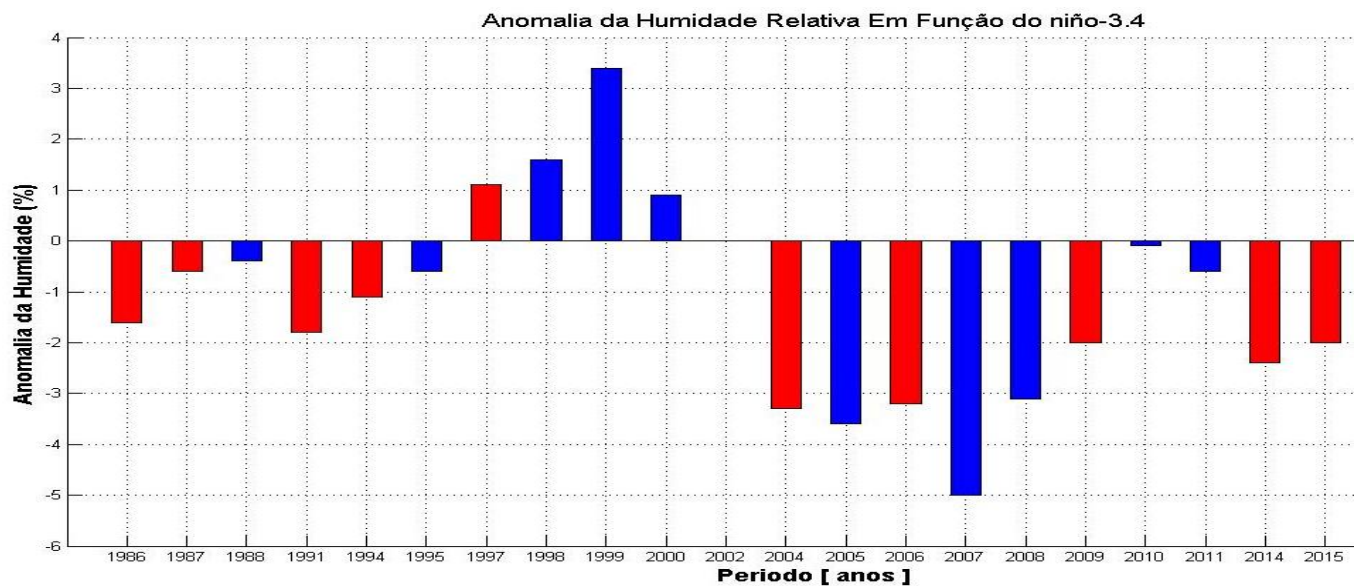


Figura 11b. Variação da anomalia da humidade relativa do ar em conformidade dos anos da ocorrência do el-niño e la-niña. A cor azul representa o fenómeno la-niña e a vermelha o el-niño. (Nota que os dados da precipitação tem o início a partir de 1981 e os da humidade a partir de 1985).

Em alguns anos de el-niño observou-se anomalias positivas e negativas em anos da la-niña. Este fenómeno pode ser justificado pela presença de outros factores que controlam a precipitação local assim como da região. De acordo com Kane (1999), nem sempre na ocorrência do el-niño é registado precipitação abaixo da média devido a existência de outros factores locais não relacionados ao el-niño que controlam a precipitação. Em casos desses factores superarem o efeito de el-niño para causar secas então pode se esperar chuvas normais em anos de el-niño. Por exemplo: nos anos 1994, 1997 e 2006 esperava-se que a precipitação estivesse abaixo da média devido a ocorrência do fenómeno el-niño mas observou-se acima da média.

CAPITULO V

5. Conclusão

Ao longo do decorrer da presente pesquisa da variação multi-temporal da temperatura do ar, precipitação e humidade relativa do ar e sua relação com os índices oceânicos foi possível concluir:

A partir da análise de resultados do presente trabalho foi possível chegar as seguintes conclusões:

- A cidade de Quelimane apresenta verão chuvoso e inverno seco.
- A variação anual da temperatura é caracterizada por um período de altas temperaturas (verão) com temperaturas variando entre 26 e 28°C, estendendo-se entre Outubro e Abril e um período de temperaturas baixas, com valores entre 21 e 24 °C durante os meses de Maio e Setembro.
- A precipitação apresenta duas estações distintas: a chuvosa se estende entre os meses de Dezembro e Abril com valores entre 110 e 300 mm, sendo que o mês mais chuvoso é Janeiro. A estação seca apresenta valores entre 10 e 80 mm com o mínimo observado no mês de Setembro.
- Os valores mais elevados da humidade relativa do ar correm entre Janeiro e Julho e variam entre 81 e 83 % sendo que o máximo é observado em Março. O período de baixa humidade relativa do ar ocorre entre Agosto e Dezembro com valores variando entre 74 e 78 % com o mínimo ocorrendo em Outubro.
- Para o período 1981-2016 o ano mais frio foi o ano 1981 com uma temperatura média anual de cerca de 24 °C e os mais quentes foram os anos 2007 e 2009 com temperatura média anual de cerca de 26.2°. A década mais fria foi a década de 1980 com temperatura média de cerca de 24.9°C e a mais quente foi a década de 2000 com uma temperatura média de cerca 25.8°C. A temperatura apresentou uma tendência de aumento, à uma taxa média de 0.011 °C.
- Os anos 1983, 1987 e 1992 foram os anos mais secos do período 1981-2016 com precipitação anual acumulada de cerca 200 mm. O ano 1981 foi o mais chuvoso, com precipitação anual acumulada de cerca de 2000 mm. A década mais chuvosa foi a década de 1980 com média de precipitação anual acumulada de cerca de 1800 mm. A década mais seca foi a década de 2000, com média de precipitação anual acumulada de cerca de 1200 mm. Durante o período em análise a precipitação apresentou tendência de diminuição à uma taxa média de -9.36 mm/ano.

- O ano 2008 foi o ano menos húmidos para o período 1981-2016 tendo apresentado uma média anual de humidade relativa de ar de cerca de 74 % e 2000 foi o ano mais húmido, com cerca de 83% de média anual de humidade relativa do ar. A década de 1980 foi a década menos húmida para o período 1981-2016, tendo apresentado uma média de humidade relativa do ar de cerca de 80 %. A década de 2000 foi a década mais húmida com uma média de humidade relativa do ar de cerca de 88%. A humidade relativa mostrou uma tendência à uma taxa média de 0.086 % por ano.
- A variação da temperatura não se mostrou relacionada à variação da temperatura do oceano Pacífico.
- A precipitação mostrou-se inversamente relacionada à variação da temperatura na região Niño-3.4 do Oceano Pacífico, sendo que durante o período quente da temperatura na região Niño-3.4 a precipitação tende em apresentar valores abaixo da média histórica, principalmente nos trimestres Setembro-Outubro-Novembro à Maio-Junho-Julho. Durante eventos de temperaturas quentes ($\text{Niño-3.4} < - 0.5$) a precipitação tende em ficar perto da média histórica.

6. Referências bibliográficas

- Aimola, L., & Moura, M. (2016). A Influência da Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico na Definição da Posição Média da ZCIT ao Norte do Equador. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 4, , 555-563 .
- Carvalho et al, C. S. (2016). Análise da temperatura do ar, precipitação, evapotranspiração e índice hídrico do município de Itapetinga-BA. *Regne*, 344-353.
- Correa, W. d. (2011). *Comportamento dos Elementos Climáticos, Temperatura e Precipitação no Município de Vitória (ES) no Período de 1978-2007*. Vitória-ES.
- Harou at al, L. K. (2006). The Influence of the Indian Ocean Dipole Mode on Precipitation Over the Seychelles. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, 45-54.
- Hoguane, A. M. (2007). *Perfil Diagnostico da Zona Costeira de Moçambique*. Quelimane.
- Kane, R. P. (1999). Some characteristics and precipitation effects of the ElNino of 1997–1998. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 1325-1346.
- Macie, O. A., & Freitas, E. D. (2016). Características da estação chuvosa em Moçambique e probabilidade de ocorrência de períodos secos. *Ciencia e Natura*, 233-239.
- Oliveira et al, M. B. (2015). Influência do El Nino e La Nina no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso. *Ciência e Natura, Santa Maria*, 284-297.
- Pervez, M. S., & Henebry, G. M. (2016). Differential Heating in the Indian Ocean Differentially Modulates Precipitation in the Ganges and Brahmaputra Basins. *Remote Sensing*.
- Rao et al, F. V. (2010). Indian Ocean Dipole: Processes and Impacts. *ResearchGate*, 2.
- Saji et al, G. V. (1999). A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 1-5.
- Salini, M. F. (06 de 2011). Influencia do Fenomeno El nino Oscilacao Sul - ENOS (El nino & La nina) na Ocorrenca de Inundacoes no Vale do Taquari-RS. Lajeado.

- Steinke et al, S. S. (2005). Análise da Variabilidade da Temperatura do Ar e da Precipitação no Distrito Federal no Período de 1965/2003 e Sua Relação com uma Possível Alteração Climática. *ResearchGate*, 137, 140; 131-145.
- Tique, A. T. (2015). Análise da Climatologia Dinâmica da Variabilidade da Precipitação na Região Sudeste da África. São Paulo.
- Vinayachandran et al, P. R. (2010). *Indian Ocean dipole: Processes and Impacts*.
- Yamagata, T., Behera, S. K., Luo, J., Masson, S., Jury, M. R., & Rao, S. A. (2004). *Coupled Ocean-Atmosphere Variability in the Tropical Indian Ocean*. Japan.