

Vol XIII, Núm 1, jan-jun, 2021, pág. 326-342.

## **ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE DIAS CONSECUTIVOS COM CHUVA NO MUNICÍPIO DA CIDADE DE QUELIMANE (1987-2016)**

## **FREQUENCY ANALYSIS OF CONSECUTIVE DAYS WITH RAIN IN THE MUNICIPALITY OF THE CITY OF QUELIMANE (1987-2016)**

Angolete Arcanjo  
Injage Luck  
Tayob Lelo

### **Resumo**

Neste trabalho procura-se analisar a frequência de dias consecutivos com chuva do Município da Cidade de Quelimane, para o efeito foram analisadas séries temporais diárias de dados da precipitação do modelo 14/C que consiste, nas observações feitas das 01:00h às 01:00h do dia posterior no período de 1987-2016 da estação meteorológica da Delegação Provincial dos Serviços de Meteorologia da Zambézia do Instituto Nacional de Meteorologia. Foram aplicados dois métodos estatísticos (normalização e o de *Kimbol*) e o cartográfico no tratamento dos dados, no primeiro caso para a determinação da frequência e tabulação de dados, no segundo caso para a elaboração de mapas. Os resultados alcançados mostraram que na estação chuvosa em relação aos dias com chuva, o mês de outubro é o que apresenta baixa frequência (3 dias), e o mês de Janeiro a maior frequência (11 dias), que durante os anos da análise os dias com chuva tendem a decrescer. Os resultados da análise de dias consecutivos com chuva, o mês de outubro também apresenta menor frequência (2 e 4 dias), porém a maior frequência é apresentada no mês de fevereiro (16 e 27 dias), com tendência de crescimento nos últimos anos. Concluiu-se que a tendência de precipitação diária mensal tende a diminuir, excepto o mês de janeiro que apresenta um ligeiro aumento, quanto a tendência da precipitação diária anual, os dados mostram uma diminuição da precipitação principalmente na última década (2006-2016). O período de retorno para a precipitação máxima diária mais elevada registrada na serie histórica de 270.7 mm é de 31 anos.

**Palavras-chaves:** Dias consecutivos com chuva, Dias com chuva, Frequência.

### **Abstract**

This work seeks to analyze the frequency of consecutive rainy days in the City of Quelimane, for this purpose, daily time series of precipitation data from the model 14 / C, which consists of the observations made from 01:00 to 01: 00h the next day in the 1987-2016 period of the meteorological station of the Provincial Delegation of Meteorological Services of Zambézia of the National Institute of Meteorology. Two statistical methods (normalization and Kimbol's) and cartographic methods were applied in the treatment of the data, in the first case for determining the frequency and tabulation of data, in the second case for the elaboration of maps. The results achieved showed that in the rainy season in relation to the rainy days, the month of October is the one with low frequency (3 days), and the month of January the highest frequency (11 days), which during the years of analysis rainy days tend to decrease. The results of the analysis of consecutive days with rain, the month of October also presents less frequency (2 and 4 days), however the highest frequency is presented in the month of February (16 and 27 days), with an upward trend in recent years. It was concluded that the trend of monthly daily precipitation tends to decrease, except for the month of January which presents a slight increase, as for the trend of annual daily precipitation, the data show a decrease in precipitation mainly in the last decade (2006-2016). The return period for the highest daily maximum precipitation recorded in the historical series of 270.7 mm is 31 years.

**Keywords:** Consecutive days with rain, days with rain, frequency.

## Introdução

A falta de informação por parte da população sobre eventos de precipitação acaba sendo um dos principais problemas da sua vulnerabilidade, uma vez que a precipitação (chuvas) é um dos elementos meteorológicos de grande importância, pois está diretamente relacionada aos mais diversos sectores da sociedade. Os praticantes da agricultura por exemplo precisam saber sobre o número de dias com chuva que cai num determinado mês da campanha agrícola, para poder produzir melhor, assim como os engenheiros de construção civil precisam saber quantos dias consecutivos chove durante um mês, para não comprometer a construção de infra-estruturas.

A análise de frequência de dias consecutivos com chuva permite uma compreensão não só do comportamento da precipitação, mais também sobre os seus efeitos nas actividades humanas. O estudo da tendência da precipitação é um dos elementos importantes para que se possa compreender o comportamento da precipitação ao longo dos anos. O período de retorno por sua vez é de extrema importância, pois ajuda na compreensão de quanto tempo uma precipitação extrema pode vir a ocorrer de novo. O desenvolvimento da presente pesquisa resulta da necessidade da análise da frequência de dias consecutivos com chuva no Município de Quelimane no período de 1987 à 2016.

### 1. Metodologia da pesquisa

Foram analisados dados diários de precipitação do modelo 14/C que consiste, nas observações feitas das 01:00h às 01:00h do dia posterior perfazendo 24h de observação.<sup>1</sup> Como foi aferido anteriormente estes dados foram recolhidos a partir da estação meteorológica DPMZ-INAM<sup>2</sup> localizada no Município de Quelimane, nas coordenadas -17°85'76" e 36°87'27", ao período compreendido de 1987 à 2016.

O método estatístico foi indispensável para na análise da frequência de dias com chuva, onde determinou-se a média, o mesmo exercício também acontece na análise de dias consecutivos com chuva mediante a seguinte equação proposta por (Galvani, 2011 citado por MARCUZZO, 2012):

$$X = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N X_i \dots \dots \dots (01)$$

Onde:

X – é a média;

N – é o tamanho da amostra;

$X_1$  até  $X_n$  somatórios da amostra.

Para o cálculo da tendência, normalizou-se os dados de precipitação anual e mensal, com vista a perceber o comportamento da precipitação no município, isso foi possível mediante a equação (SAMPAIO, *et al* 1999):

<sup>1</sup> No caso de ausência de dados neste registo de observação recorreu-se ao modelo 1/C das observações feitas das 09:00h às 09:00h do dia posterior, de igual modo perfazendo 24h de observação.

<sup>2</sup> Delegação Provincial de Meteorologia da Zambézia.

$$R = \frac{Ri - Rm}{\delta} \dots\dots\dots(02)$$

Sendo:

- R – é a precipitação normalizada;
- Ri – é o valor de precipitação máxima diária;
- Rm – é a média da precipitação;
- $\delta$  – é o desvio padrão.

Para a análise dos dias consecutivos de precipitação, foram extraídos o número máximo de dias consecutivos de cada mês da estação chuvosa (Outubro-Abril) de todos os 30 anos de análise, de modo a perceber a frequência dos mesmos (TAYOB, 2005). Para análise de dias com chuva e consecutivos com chuva, descreveu-se os meses que fazem parte da estação chuvosa.

Contudo, para a determinação da estação chuvosa, baseou-se nas análises feitas por MUCHANGOS (1998), onde mostrou que a estação chuvosa tem o seu início no mês de Outubro e o seu término no mês de Abril.

Para o período de retorno, buscou-se através dos dados da serie temporal histórica os maiores valores de precipitação máxima diária anual. Para o cálculo (Tn) foram agrupados os dados com relação ao total de precipitação consecutiva diária em ordem crescente, de seguida achou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação através do método de Kimbol, como demonstra TAYOB (2005):

$$F = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots(03)$$

Onde:

- F – é a probabilidade de ocorrência de precipitação inferior a uma já conhecida;
- m – é o número da ordem;
- n – total do número da ordem.

De seguida foi achado o período retorno pela seguinte equação:

$$Tn = \frac{1}{1-f} \dots\dots\dots(04)$$

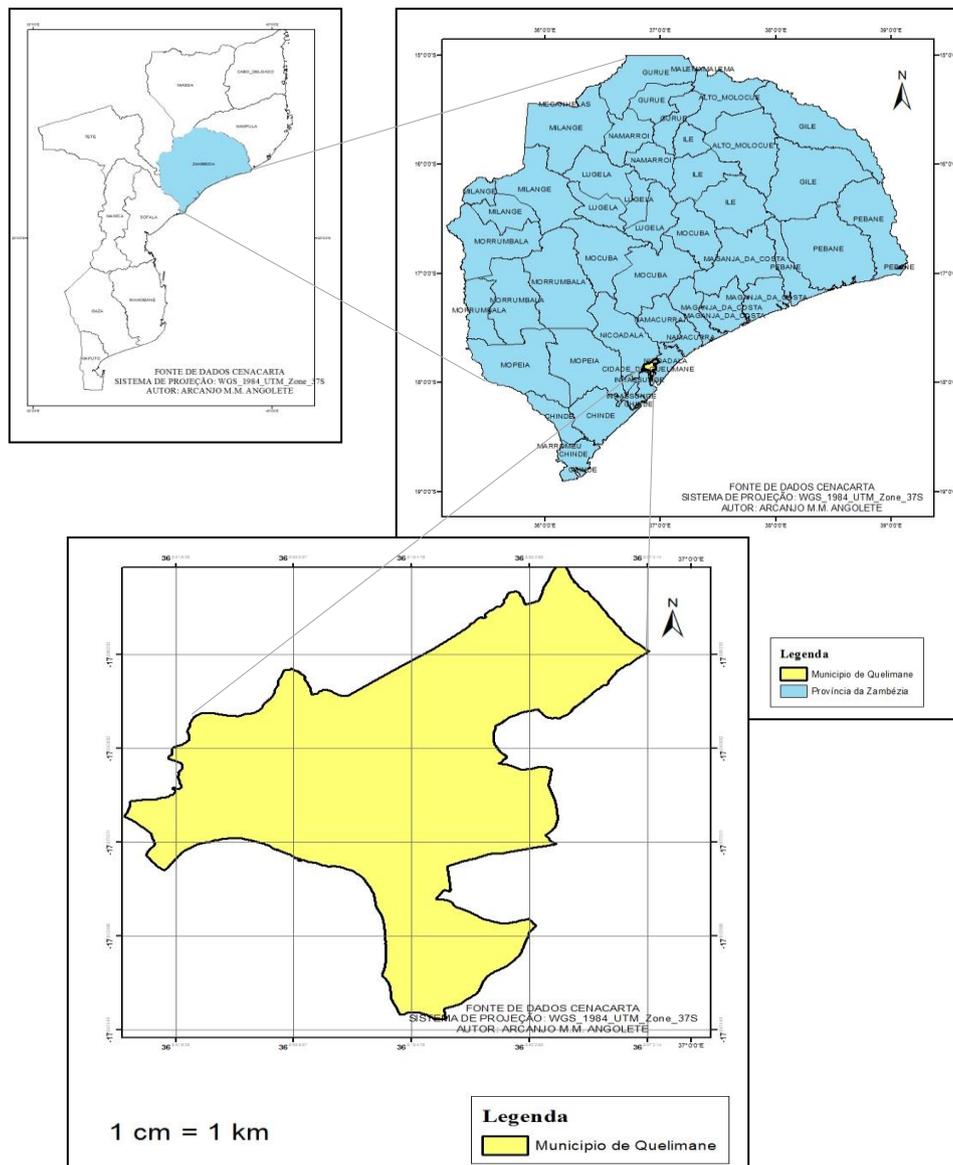
Onde:

Tn – é o período de retorno;

F– é a probabilidade de ocorrência de precipitação inferior a uma já conhecida.

## 2. Enquadramento geográfico do Município de Quelimane

O Município de Quelimane com uma área de 117 km<sup>2</sup> (MAE, 2002), está situado na margem norte do rio dos Bons Sinais, a cerca de 18 Km da Costa do Oceano Indico, entre as coordenadas -17° 47' - 17° 57' Sul e 36°50'-36° 57'E. Onde ao Norte e Oeste encontra-se o distrito de Nicoadala, ao Sul o distrito de Inhassunge e rio dos Bons Sinais e ao Leste o Oceano Índico (figura 1).



**Figura 1.** Enquadramento geográfico do Município da Cidade de Quelimane.

## 2.1 O clima

O município possui um clima de savana tropical, onde há ocorrência de muita pluviosidade no verão que no inverno (INGC, 2012). A classificação do clima é do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. A temperatura média é de 25° C, a precipitação média é de 1652 mm/ano. A estação chuvosa (e estação dos ciclones) vai de Outubro a Abril.

O mês mais seco é Setembro com 16 mm. O mês de Janeiro é o mês com maior precipitação, apresentando uma média de 251 mm. O mês mais quente do ano (*idem*) é Janeiro com uma temperatura média de 28.1 °C. 21.0 °C é a temperatura média de Julho, é a temperatura média mais baixa de todo o ano. A diferença entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso é de 235 mm. Ao longo do ano as temperaturas médias diárias variam 7.1 °C.

## 2.2 Hidrografia

Os principais rios da área em estudo são Chipaca, Bazar, Janeiro e o rio dos Bons Sinais. No entanto, SCHOLTEN (1987) refere que à planície ao lado do rio Mucelo apresenta-se fortemente dissecada por pequenos riachos (linhas de drenagem), alguns deles com água ao longo de todo o ano. Durante a estação seca, na planície o lençol freático aparece geralmente a profundidades entre 1m e 1.5m, havendo evidências do mesmo subir a profundidades muito reduzidas na época das chuvas.

Nas áreas mais ao litoral, constituída fundamentalmente pelo sistema de barras costeiras que localmente também são designadas de *morundas* e baixas, é drenada pelas baixas; muitas delas também com água durante todo o ano, que corre em leitos não muito bem definidos. Entretanto, as zonas próximas a estes rios acabam sendo as mais vulneráveis a enchentes na época chuvosa, com o aumento do caudal as águas acabam invadindo as residências próximas a mesma.

## 2.3 Vegetação

A vegetação do sistema de barras costeiras e baixas aparecem florestas medianas, fechadas, brenhosas, sempre verdes, de fâcies húmido, e matagais brenhosas, sempre verdes; entretanto, nas baixas aparece a vegetação aquática e de áreas mais influenciadas pelas águas dos rios, como: vegetação aquática com grandes aglomerados de *Eichhornia* e *Pistia*.

A planície está ocupada predominantemente por graminhais em que praticamente não aparecem árvores nem arbustos. Por fim (*idem*), na zona litoral, estendendo-se até quase 25 km ao interior ocorrem principalmente comunidades arbóreo-arbustivas, designadas mais vulgarmente por mangal, as estepes salinas nas depressões mais ou menos planas.

As formações de mangal são constituídas por plantas de porte variável, desde o arbustivo baixo ao arbóreo.

Portanto, estes recursos são de grande importância para a vida da população local, pois são utilizados para obter barrotes e tábuas, lenha, carvão e estacas para a construção das habitações, todavia a exploração excessiva de tais recursos tende a deixar os solos vulneráveis a erosão e na retenção das águas advindas da precipitação.

### 3. Fundamentação teórica

#### 3.1 Frequência de chuvas

A análise da frequência das chuvas permite fazer um estudo exaustivo de dias consecutivos de precipitação, para tal é vital saber os passos necessários para que se possa determinar a mesma. Para SILVA & HELDWEIN (2007) a frequência da precipitação é “achada através de número de dias nos quais ocorreu a precipitação, em cada mês, para todos os anos da série de dados meteorológicos disponível, em relação ao total de dias analisados.”

Na maioria dos casos os conceitos de frequência de precipitação denota a ideia do número de ocorrência de precipitação em relação aos anos que se pretende analisar em relação a disponibilidade dos dados meteorológicos.

Partindo deste pressuposto os autores acima citados fizeram um estudo sobre a frequência da precipitação em São José de Grande Florianópolis (Brasil) onde chegaram a conclusão de que a frequência da precipitação do período dos seus estudos (1911 a 2003), havia sido com predominância de chuvas muito fracas.<sup>3</sup> Em muitos os casos a frequência da precipitação depende das condições físicas de cada região, facto que a predominância de chuvas pouco intensas é mais comum. Deste modo é vital saber a importância da análise da frequência da precipitação.

Segundo SILVA & CLARKE (2004), a precipitação pluviométrica atua sobre a erosão do solo, causa inundações em áreas rurais e urbanas, condiciona projetos (sic) de obras hidráulicas, notavelmente de sistemas de drenagem, dentre muitas outras aplicações. Um dos caminhos para se conhecer a vazão de enchente de uma bacia hidrográfica. Várias actividades dos municípios do Município de Quelimane podem ser comprometidas com a frequência de precipitação, como por exemplo o comércio e a agricultura.

#### 3.2 Tendências de precipitação

---

<sup>3</sup> O autor classifica a frequência da precipitação em chuvas fracas, normal, moderada, forte e severa. Sendo chuvas fracas  $\leq 0.0 \text{ mm}$ , de 2.5mm à 5.0 mm moderada, de 5.0 mm à 10.0 mm forte e de 15.0 mm à 25.0 mm severa.

A distribuição da precipitação em diferentes anos geralmente não tem sido de forma linear ou contínua, ou seja, a queda pluviométrica não é uniforme em todos os anos. Nisso vem em questão a análise da tendência da precipitação, para Yevjevich citado por QUEIROZ & COSTA (2012) tendência é “uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra (precipitação), excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas”.

O comportamento das chuvas pode sofrer mudanças ao longo do tempo, essas porém podem ser crescentes e decrescentes, e seus efeitos podem contribuir de forma positiva ou negativa nas atividades humanas numa dada região.

Para que se possa achar a tendência de precipitação alguns passos devem ser seguidos, como por exemplo, normalizam-se os dados de precipitação com relação ao desvio padrão de modo a se obter a média zero e a variância de uma unidade (VILELA, 1975). Tendo em conta estes passos PINHEIRO (2013), traz três estudos na sua abordagem, nomeadamente analisados na Austrália<sup>4</sup>, Índia<sup>5</sup> e China.<sup>6</sup>

Estes estudos são uma prova de que as tendências de chuvas variam de lugar para lugar e mediante aos anos de análise.

SALVIANO et al (2016) fizeram um estudo das tendências de precipitação para alguns municípios do Brasil, onde chegaram a conclusão que a precipitação, não havia apresentado tendências significativas em territórios como Mato Grosso e Goiás em todos os meses variando assim de 72% e 95%. Os Municípios de Rio Grande do Sul e o Rio de Janeiro apresentaram tendências positivas.

Cada município analisado apresentou características típicas no comportamento de chuvas e tendências. Contudo, procurou-se através desses exemplos perceber o comportamento da precipitação no município de Quelimane.

### 3.3 Dias consecutivos com chuva

O estudo probabilístico da distribuição da precipitação, neste caso de ocorrência de dias consecutivos de precipitação, desempenha um papel importante na planificação de atividades humanas.

Estas atividades podem estar relacionadas com a pulverização, construção civil, extração de sal, turismo, secagem, entre outras (Aron, 1987 citado por TAYOB, 2005). Como pode-se observar estas atividades são praticadas no município em estudo e são essências no ceio da sociedade.

---

<sup>4</sup> GALLANT et al (2007), verificou tendências positivas de precipitação em todos índices de precipitação na Austrália.

<sup>5</sup> ROY & BALLING (2004) acharam tendências de precipitação nos extremos da Índia.

<sup>6</sup> GEMMER et al (2004) achou tendências positivas e negativas de precipitação na China nos períodos de (1950-1970).

FIETZ et al (1998), fizeram um estudo sobre dias consecutivos com chuva, onde constataram que a ocorrência de dias consecutivos de precipitação, na região do seu estudo, isto é, em Rio Dourados era pequena, em todos os decênios, pois esta região é seca e com uma estação de verão bem rigorosa.

As condições climáticas desta região como referido fazem com que haja pouca probabilidade de ocorrência de dias consecutivos.

As mudanças climáticas podem ser uma das principais causas do aumento assim como diminuição de ocorrência de dias consecutivos de chuva, como mostram os estudos feitos por LIMA *et al* (2013) sobre precipitação em Portugal, os autores chegaram a conclusão que o número de dias consecutivos com precipitação havia sofrido um decréscimo, em comparação com os anos de análise anteriores, que havia uma diminuição na precipitação máxima acumulada em 5 e 10 dias consecutivos e nas regiões do Centro e Sul de Portugal. Os autores têm as mudanças climáticas como a principal causa do fenômeno.

Em Moçambique, destaca-se o estudo de TAYOB (2005) que fez a sua pesquisa sobre número de dias consecutivos de precipitação no Município da Beira. Em sua abordagem constatou que os meses que se registravam maiores dias consecutivos eram Janeiro, Fevereiro e Março (dos anos compreendidos de 1979 à 2000).

Também constatou que as médias de dias com precipitação nestes meses variam de 2 a 7 dias consecutivos de precipitação<sup>7</sup>. As precipitações registradas nestes dias eram inferiores a 4.4 mm. O mês de Abril, como mostrou o autor, registrou uma média de 4 dias consecutivos. Já no período seco, neste caso que inicia no mês de Março, ocorreram 8 dias consecutivos, e nos meses de Junho e Julho verificou-se uma média de 4 dias, semelhante aos meses de Agosto e Setembro, onde também registraram-se a mesma média. Os meses de Outubro e Novembro registraram uma média de 3 dias consecutivos com precipitação e por último, o mês de Dezembro registrou uma média de 5 dias.

Os dias consecutivos com chuva podem trazer várias consequências, não só nas atividades humanas, mas também na integridade física e saúde da população. Entretanto estas consequências podem ser dívidas em duas, positivas e negativas.

Segundo SOUZA et al (2012) os dias consecutivos com chuva podem causar inundações, escorregamentos e alagamentos temporários com incidentes de pequena proporção, promover um colapso de serviços de infra-estrutura ou, até mesmo, causar perdas de vidas humanas, devido a acidentes ou propagação de doenças de veiculação hídrica.

---

<sup>7</sup> A WFP (2015), refere que a tendência é também para a redução no número de dias de precipitação se concentrar na fase inicial da estação (Novembro a Dezembro). A análise da ocorrência de dias de precipitação forte indica que estes são mais prevalentes na província da Zambézia, conforme previsto, uma vez que é a zona com maior pluviosidade do país.

As inundações causadas pelos dias consecutivos com chuva podem trazer vários problemas tanto nas actividades assim como na saúde dos munícipes, pois criam condições propícias para a propagação de doenças de veiculação hídrica, como a malária e cólera<sup>8</sup>. Embora que em muitos os casos os efeitos negativos estão ligados a danos da saúde física, deve-se ter também em consideração a saúde psicológica da população, neste caso do “*stress*” advindas das situações enfrentadas nos momentos das enchentes.

Outras consequências destes fenómenos estão relacionadas a erosão dos solos, quer urbanos, assim como rurais, onde as superfícies pavimentadas das áreas urbanas acabam impedindo a infiltração da água, escoamento das águas, neste caso ainda no processo de transporte de sedimentos que por sua vez cria erosão dos solos urbanos” (SILVEIRA, s/d).

O que pode servir como um suporte a ocorrência de dias consecutivos nestas circunstâncias é um bom funcionamento da rede de drenagem, porém em muitos casos esses serviços não são eficientes no município.

Segundo Botelho & Silva, (2004) citados por SILVERA (s/d)

“Os sistemas de drenagem urbana, criados de modo conduzir as águas pluviais, de modo a evitar danos ao meio ambiente e à sociedade, na forma de erosão, assoreamento e enchentes, muitas vezes, mostram-se ineficientes às necessidades actuais, ou por terem sido subdimensionados ou, mais comumente, por falta de investimentos em serviços de melhoria e ampliação da rede, ou ainda por direcionamento inadequados de águas, agravando ainda mais seus efeitos.”

É evidente o papel preponderante dos sistemas de drenagem na redução dos efeitos dos dias consecutivos de precipitação na zona urbana, mas a sua ineficiência pode trazer várias implicações, sendo assim, chama-se a atenção a necessidade de se investir na construção e manutenção de sistema de drenagem. Neste contexto, o município em estudo possui poucas valas de drenagem localizadas no Município o que não tem ajudado muito a evitar danos tanto ao meio ambiente (erosão e assoreamento) e a sociedade (proliferação de doenças) em áreas periféricas.

No que tange a consequência positiva, os dias consecutivos de precipitação podem ser benéficos para a actividade agrícola, como mostra Ayode (1983), citado por FILHO (2006) “a agricultura é praticada com maior êxito durante a estação chuvosa.” Todavia algumas culturas não sobrevivem a períodos consecutivos de precipitação, como é o caso da batata, milho e outras, porém o arroz é uma cultura que requer muita água, sendo assim os dias consecutivos de precipitação poderão ser benéficos a esta cultura. No município em estudo esta é uma das principais culturas de cultivo.

#### 4. Resultados e discussão

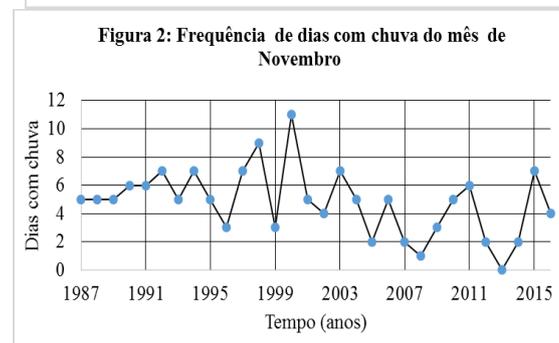
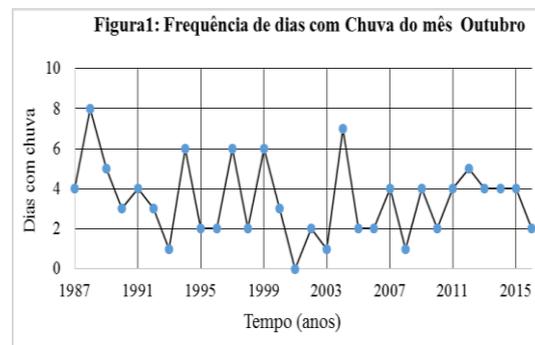
---

<sup>8</sup> No ano de 2013 e 2014, circularam informações nos Médias sobre a proliferação da cólera no município de Quelimane que infelizmente fez um número considerável de vítimas humanas.

#### 4.1 Frequência de dias com chuva no Município da Cidade de Quelimane

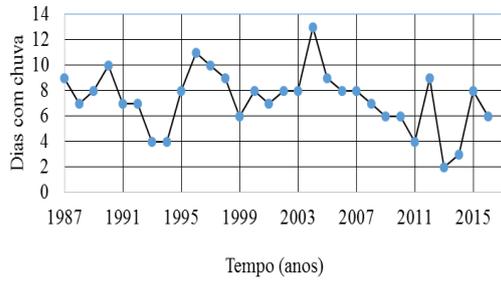
Os dados da série histórica em análise (1987-2016) mostram que o mês de Janeiro é o que apresenta a maior frequência de dias com chuva<sup>9</sup>, enquanto que o mês de Outubro exibe a menor frequência de dias com chuva.

O número de dias com chuva no mês de Outubro varia de 1 à 8 dias, sendo 2 e 4 os mais frequentes. Neste mês, durante os 30 anos de análise, observa-se que nos primeiros 12 anos (1987-1999) o número de dias com chuva mais frequentes variavam de 3, 4 e 6 enquanto de 2000 à 2016 a maior frequência foi de 2 e 4 dias com chuva. Percebe-se deste modo uma redução de número de dias com chuva. Em média chove neste mês 3 dias (figuras 1 a 7).

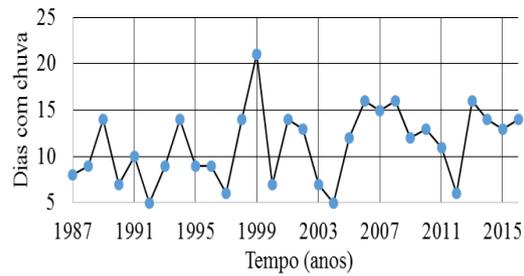


<sup>9</sup> MATIMBE (2004) em sua pesquisa sobre os ciclones tropicais no país mostrou que o Município da Cidade de Quelimane é um dos mais fustigados por este fenômeno, principalmente nos meses de Janeiro e Fevereiro que se destacam na quantidade de dias com chuva.

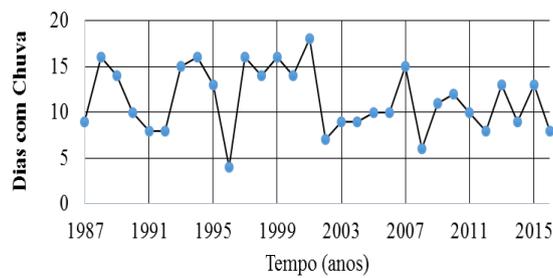
**Figura 3: Frequência de dias com chuva do mês de Dezembro**



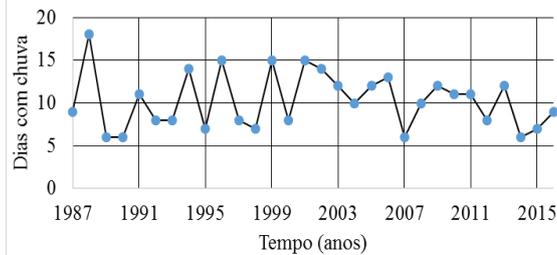
**Figura 4: Frequência de dias com chuva do mês de Janeiro**

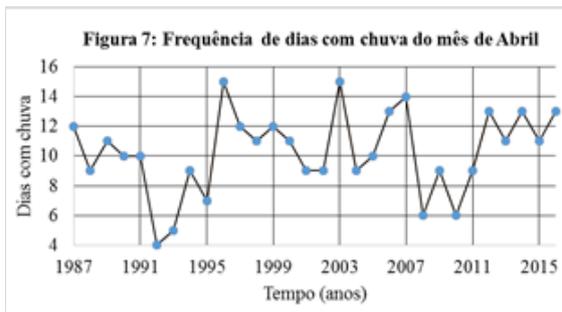


**Figura 5: Frequência de dias com chuva do mês de Fevereiro**



**Figura 6: Frequência de dias com chuva do mês de Março**





No mês de Novembro o número de dias com chuva varia de 1 à 11, sendo o mais frequente 5 seguido de 7. Neste mês, nos primeiros 16 anos (1987-2000) o número de dias tendia a aumentar, porém de 2000 à 2016 a tendência é de diminuir com muita oscilação. Chove em média neste mês 5 dias (figura 2). No mês de Dezembro o número de dias com chuva varia de 2 à 13, sendo o mais frequente 7 seguido de 8. De 1987 à 2005 o grosso número de dias encontrou-se no intervalo de 7 à 10, enquanto que de 2006 à 2016 o grosso número encontra-se no intervalo de 6 à 8. Neste mês chove em média 7 dias (figura 3). No mês de Janeiro o número de dias varia de 5 à 21, sendo o mês com maior registro de dias com chuva superior à 10, sendo 9 e 14 dias os mais frequentes. De 1987 à 2000 o maior número de dias com chuva concentrou-se entre 5 e 10. Enquanto que de 2001 à 2016 concentram-se no intervalo de 11 a 15 dias. Chove neste mês em média 11 dias (figura 4).

O mês de Fevereiro é o segundo na serie a semelhança do mês de Janeiro que apresenta o maior registro de dias com chuva acima de 10. O grosso número de dias com chuva neste mês varia de 4 à 18 dias. Onde 9 e 13 são os mais frequentes. Todavia, de 1987 à 2001 o grosso número de dias concentrou-se no intervalo de 13 à 16, enquanto que de 2002 à 2016 o grosso número de dias com chuva encontra-se no intervalo de 9 à 13 dias. Semelhante ao mês de Janeiro, chove em média 11 dias (figura 5).

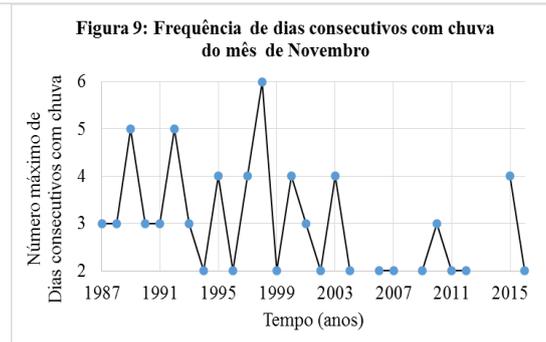
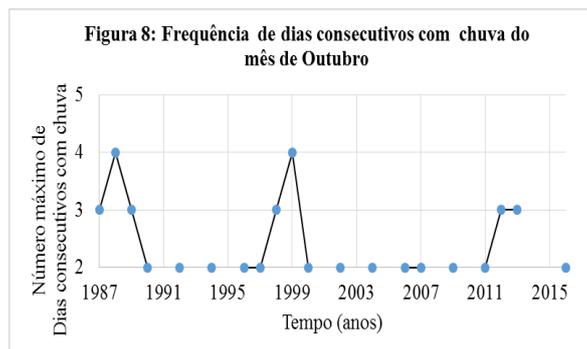
O número de dias com chuva no mês de Março varia de 6 à 18, e que o intervalo de 8 à 13 contempla mais frequências. Neste mês, de 1987-2002 o número de dias com chuva encontra-se agrupado em dois intervalos de 7 à 9 dias (com mais registros) e 14 à 15 dias. Entretanto de 2002 à 2016 o número de dias varia de 8 à 13. Chove em média neste mês 10 dias (figura 6).

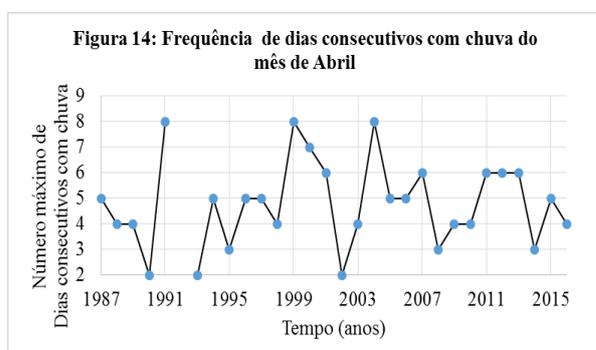
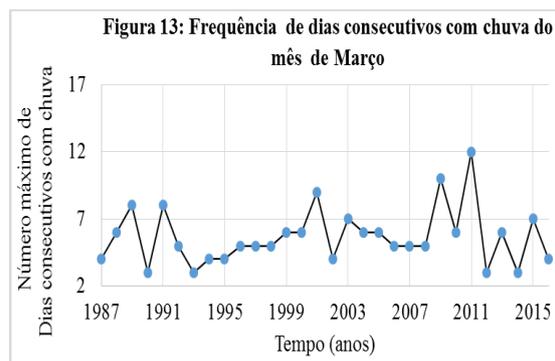
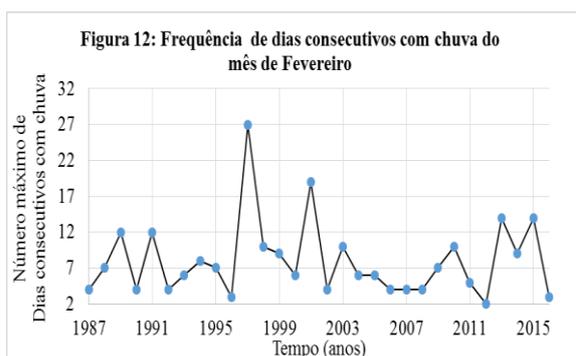
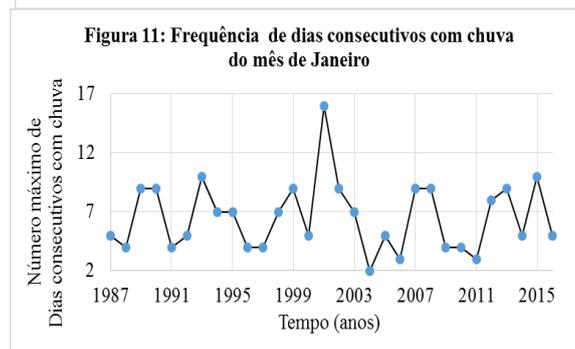
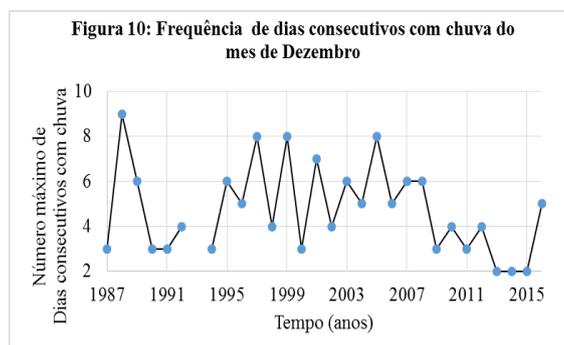
No mês de Abril, o número de dias com chuva varia de 5 à 15, sendo os mais frequentes 9 e 11. De 1987 à 2002 o grosso número de dias com chuva concentrou-se nos intervalos de 9 à 12, e de 2003 à 2016 no intervalo de 6 à 13 dias. Semelhante o mês de Março chove em média neste mês 10 dias (figura 7).

#### 4.2 Frequência de dias consecutivos com chuva

No mês de Outubro, o número máximo de dias consecutivos com chuva varia de 2 à 4 dias e que a maior frequência é de 2 dias seguido de 3. Em média chove neste mês 2 dias consecutivos (Figura 8). No mês de Novembro o máximo número de dias

consecutivos com chuva varia de 2 à 6 dias, a maior frequência é 2 seguido de 3 dias consecutivos com chuva. Chove em média neste mês por 3 dias consecutivos (Figura 9). No mês Dezembro, o máximo número de dias consecutivos com chuva varia de 2 à 9 dias. A maior frequência é de 3 seguido 4 e 6 dias consecutivos com chuva. Em média chove de forma consecutiva por 5 dias (Figura 10). No mês de Janeiro o máximo número de dias consecutivos com chuva varia de 2 à 16 dias. 9 é a maior frequência seguido de 4 e 5 dias consecutivos. Em média chove neste mês por 7 dias consecutivos (Figura 11).





***O mês de Fevereiro foi o que registrou os dois valores máximos mais elevados de dias consecutivos com chuva (19 e 27 dias). O máximo número de dias consecutivos com chuva neste mês varia de 2 à 27. Sendo 4 a maior frequência seguido de 6 dias consecutivos com chuva. Este mês é o único que apresenta o grosso número de dias***

*consecutivos acima de 10. Neste mês chove em média de forma consecutiva por 8 dias (figura 12). No mês de Março o máximo número de dias consecutivos varia de 3 à 12 dias. Sendo 5 e 6 os mais frequentes, seguido de 4 dias consecutivos com chuva. Neste mês chove em média 6 dias consecutivos (figura 13). No mês de Abril o máximo número de dias consecutivos com chuva varia de 2 à 8 dias. Sendo 4 e 5 os mais frequentes, seguido de 6. Em média chove neste mês 5 dias consecutivos (figura 14). Em relação as tendências de número máximo de dias consecutivos com chuva os meses de Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro apresentam uma tendência decrescente, em que o mês de Fevereiro é o que apresenta a tendência decrescente mais acentuada, enquanto os meses de Março e Abril apresentam uma tendência crescente suave.*

#### 4.3 Tendência de precipitação

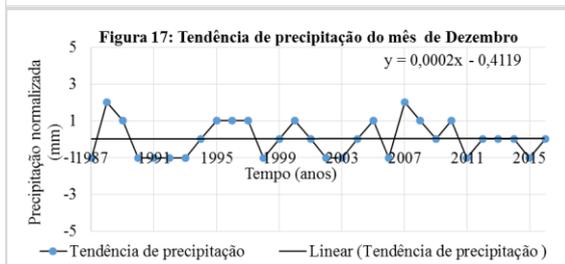
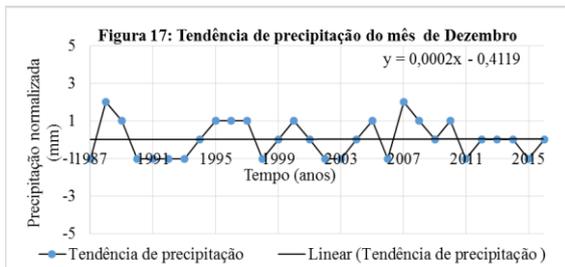
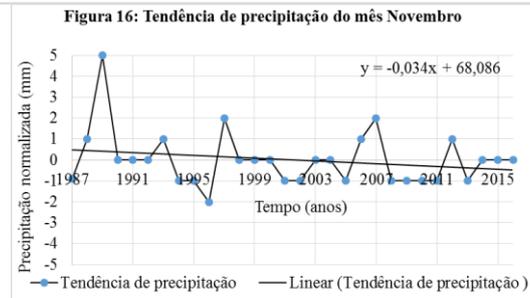
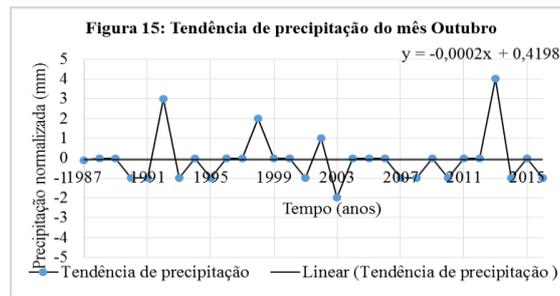
Os dados da precipitação da serie histórica revelam uma diminuição na quantidade da precipitação em alguns meses da estação chuvosa de 1987 à 2016. Os valores de precipitação diária de cada mês (1987 à 2016) tendem a diminuir nos meses de Março, Abril e Novembro.<sup>10</sup>

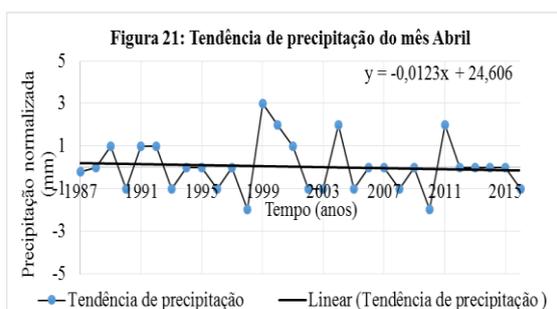
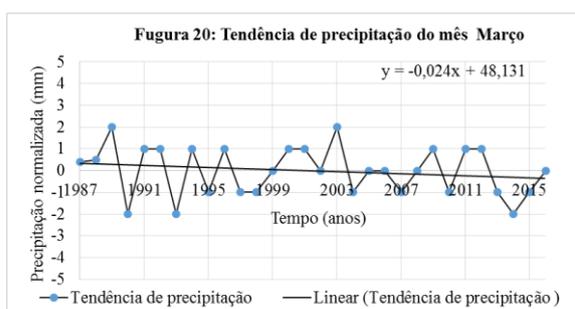
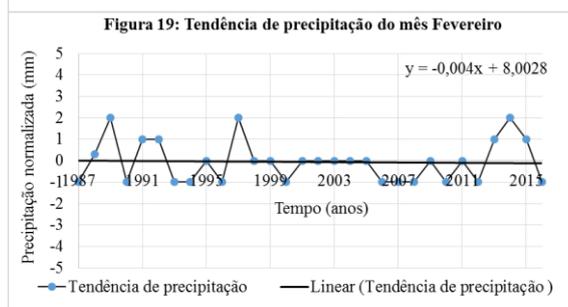
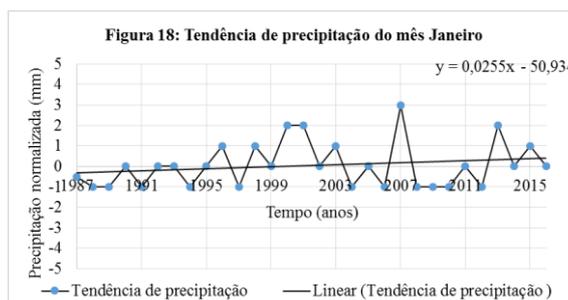
Os dados revelam que no mês de Outubro, os anos 1992, 1998 e 2013 são os que apresentam valores mais elevados da precipitação máxima diária mensal (90.2mm, 41.2mm e 53.5mm). Este mês apresenta valores sem tendências de aumento nem de diminuição, ou seja durante os 30 anos de análise a precipitação neste mês no Município de Quelimane não apresentou mudanças (figura 15). Para o mês de Novembro, os anos 1989, 1997 e 2007 são os que apresentam valores mais elevados da precipitação máxima diária mensal (69.1, 42.6 e 114.6mm) e acima da média. De 1987 à 2000 os valores da precipitação não excediam a média, contudo nos últimos anos (2000 à 2016) este mês apresenta uma tendência de diminuição da precipitação, ou seja, nos últimos anos passou a chover abaixo da média (figura 16).

No mês de Dezembro os valores mais elevados da precipitação máxima diária mensal são registrados em 1988 e 2007 (92.2 e 113.5mm) estes valores são acima da média.

---

<sup>10</sup> A diminuição da precipitação nestes meses pode estar directamente relacionada com a ocorrência de índice de oscilação sul.





Contudo, este mês não apresenta tendências de aumento nem de diminuição, pois a precipitação manteve-se equilibrada (figura 17). Os anos 2000, 2001, 2007 e 2013 são os que apresentam valores mais elevados da precipitação máxima diária mensal (201.6, 98.2 e 270.7 e 159.0mm) e acima da média, no mês de Janeiro. Nos primeiros 5 anos (1987 à 1991) chovia abaixo da média, entretanto nos últimos anos os valores da precipitação estão acima da média e apresentam um ligeiro aumento (figura 18).

#### 4.4 Período de retorno da precipitação máxima diária anual

Em todos os anos são registrados valores de precipitação máxima diária de 57.1mm no mês de Março. Neste mês também ocorre 92.3mm (uma vez em cada 2 anos) e 110.3mm (uma vez em cada 3 anos). Em Janeiro o pico diário de 64.3mm, também ocorre 88.3mm que acontecem uma vez em cada 2 anos, 192.9mm uma vez em 6 anos e 270.7mm uma vez em cada 31 anos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Período de Retorno da precipitação máxima diária anual no Município da Cidade de Quelimane

m	P(mm)	F	Tn	m	P(mm)	F	Tn	m	P(mm)	F	Tn
1	270.7	0.03	31	12	138.0	0.39	2.6	23	98.5	0.74	1.3
2	266.0	0.06	15.5	13	118.0	0.42	2.4	24	95.7	0.77	1.3
3	213.9	0.10	10.3	14	113.9	0.45	2.2	25	93.9	0.81	1.2
4	205.0	0.13	7.8	15	110.3	0.48	2.1	26	92.2	0.84	1.2
5	201.6	0.16	6.2	16	109.4	0.52	1.9	27	91.9	0.87	1.1
6	192.9	0.19	5.2	17	108.2	0.55	1.8	28	88.3	0.90	1.1
7	167.2	0.23	4.4	18	107.5	0.58	1.7	29	64.3	0.94	1.1
8	159.0	0.26	3.9	19	106.6	0.61	1.6	30	57.1	0.97	1.0
9	157.1	0.29	3.4	20	101.6	0.65	1.6				
10	146.8	0.32	3.1	21	100.8	0.68	1.5				
11	143.9	0.35	2.8	22	98.7	0.71	1.4				

No mês de Fevereiro o pico diário é de 266.0mm, corre uma vez em cada 16 anos. Neste mês também há registros de 157.1mm (ocorre uma vez em cada 4 anos), 107.5mm (duas vezes em cada 2 anos) e 110.3 mm (uma vez em cada 3 anos). O pico diário da precipitação máxima diária anual do mês de abril é de 100.8mm e acontece uma vez em cada 2 anos. Para o mês de Dezembro o pico é de 93.9mm e ocorre uma vez em cada 2 anos.

## 5. Conclusões

Da análise de dias com chuva e consecutivos no Município da Cidade de Quelimane, foi possível concluir:

- O mês de Outubro apresenta menor frequência de dias com chuva (chove em média neste mês 3 dias), porém o mês de Janeiro possui maior frequência de dias (chove neste mês em média 11 dias). Os dias com chuva tendem a decrescer em quase todos os meses durante os 30 anos em estudo, principalmente na última década.
- O mês de Fevereiro apresenta maior frequência de dias na série histórica, também foi o mês que apresentou os valores mais altos de dias consecutivos (16 e 27 dias consecutivos). Semelhante aos registros de dias com chuva, nas últimas décadas o registro de dias consecutivos tendem a diminuir.
- Quanto a análise de tendência de precipitação diária mensal, revela uma diminuição da precipitação nos meses de Março, Abril e Novembro, sobretudo nas últimas décadas, porém os meses de Outubro e Dezembro não apresentam tendência de aumento nem de diminuição, o mês de Janeiro é o único que apresenta tendência de aumento da precipitação diária mensal, isto é, nos últimos 12 anos (2003 à 2016). Quanto a tendência máxima diária anual percebe-se uma diminuição da precipitação, sobretudo nos últimos anos de análise (2006 à 2016).

- No que diz respeito ao período de retorno, a precipitação máxima diária de 57.1mm acontece em todos os anos no mês de Março, enquanto que a precipitação 110.3mm que também acontece neste mês ocorre uma vez em cada 3 anos. A precipitação máxima mais elevada da série histórica de 270.7mm que ocorreu no mês de Janeiro tem o período de retorno de 31 anos.

### Referências Bibliográficas

Fietz, C.R.; Urchei, M.A.; Frizzone, J.A.; Folegatti, M.V. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. Irriga, Botucatu, v.3, n.1, p.16-22, 1998. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3011>. Arquivo capturado em 01 de Setembro de 2020.

GALLANT, A. J. E.; HENNESSY, K. J.; RYSBEI J. Trends in rainfall indices for six Australian regions: 1910-2005. Australian Meteorological Magazine. v. 56, p. 223-239, 2007. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.612.5989&rep=rep1&type=pdf>. Arquivo capturado em 01 de Setembro de 2020.

GEMMER, M.; BECKER, S. and JIANG, T. Observed monthly precipitation trends in China 1951-2002. Theor. Appl. Climatol., 77, p.39-45. 2004. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <https://doi.org/10.1007/s00704-003-0018-3>. Arquivo capturado em 01 de Setembro de 2020.

Instituto Nacional de Gestão de Calamidades [INGC]. “Preparar Municípios”. Fase II, Tema III. Maputo, Respondendo às Mudanças climáticas, 2012.

MARCUZZO, N. et al. *Tendência do número de dias com chuva no estado do Mato Grosso*, [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/9342/5493> Arquivo capturado em 17 de Abril de 2017.

MATIMBE, L. A.. *Frequência de ciclones tropicais em Moçambique*. Maputo, UEM-Faculdade de ciências- Departamento de física, 2004.

Ministério da Administração Estatal (MAE). *Folha Informativa dos Municípios II*. Maputo, 2002.

ROY, S. S.; BALLING JR, R. C. Trends in extreme daily precipitation indices in India. International Journal of climatology. v.24, p.457 - 466, 2004. [online] Disponível na Internet via WWW. URL:

<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.995>.

Arquivo

capturado em 01 de Setembro de 2020.

SAMPAIO, S. C, COREIA, M. M et al. *Precipitação provável para o município de Lavras-MG-Utilizando a distribuição Long-Normal*, São Paulo, McGrawhill do Brasil, 1999.

SCHOLTEN, J. H. M.. Estudo de Solos ao Nível de Reconhecimento da Faixa Costeira de Quelimane. Série Terra e Água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica. Comunicação No.55, Maputo, Moçambique. 1987. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <https://edepot.wur.nl/493451>. Arquivo capturado em 01 de Setembro de 2020.

SILVA, B. C. da & CLARKE R. T. *Análise estatística de chuvas intensas na bacia do rio são francisco*. Porto Alegre, UFRGS, 2004

SILVA, J. C. da 1, HELDWEIN, A. B. at al. *Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS*. Santa Maria, 12. Ed, 2007.

TAYOB, L. J. *Análise da Ocorrência da Precipitação Máxima diária Anual na Beira*. Tese de Licenciatura em Meteorologia, Faculdade de Ciência, Universidade Eduardo Mondlane, 2005.

World Food Programme [WFP]. Moçambique: *Análise do Clima. Vam-food security analysis*, Maputo. 2015. 22 pp. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: [https://fscluster.org/sites/default/files/documents/mozclimateanalysisl\\_pt.pdf](https://fscluster.org/sites/default/files/documents/mozclimateanalysisl_pt.pdf). Arquivo capturado em 01 de Setembro de 2020.

**Recebido: 2/9/2020. Aceito: 27/11/2020.**

**Autores:**

Angolete Arcanjo - Escola Secundária Geral de Entre-Lagos, Niassa – Moçambique  
E-mail: uacanehomo1@gmail.com

Injage Luck - Universidade Licungo, Faculdade de Ciências e Tecnologia –  
Moçambique  
E-mail: uacanehomo1@gmail.com

Tayob Lelo - Instituto Nacional de Meteorologia – Moçambique  
E-mail: uacanehomo1@gmail.com