

SUSCEPTIBILIDADE CLIMÁTICA PARA A TRANSMISSÃO DA MALÁRIA EM QUELIMANE, ZAMBÉZIA – MOÇAMBIQUE



Gina Amélia Albino Sítio

Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Paraná
Docente da Universidade Pedagógica - Moçambique.

<https://orcid.org/0000-0003-3630-931X>

Mosquito transmissor da malária iStock/Getty Images

RESUMO

Este trabalho procura determinar o grau de susceptibilidade para a transmissão da malária na cidade de Quelimane como um caminho para caracterizar o risco climático num país com elevada vulnerabilidade social, o que faz com que um clima seja um importante condicionante da sua transmissão. A metodologia baseou-se na proposta de Craig, Snow e Sueur (1999) e Small, Goetz e Hay (2003) e adaptada para o presente trabalho, na qual a susceptibilidade é dada por:

$$\text{Susceptibilidade Climática} = 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_t - U_t)}{St - U_t} * \frac{\pi}{2} \right] \right] + 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_p - U_p)}{Sp - U_p} * \frac{\pi}{2} \right] \right]$$

Onde: X_t é a temperatura média observada no mês; $U_t = 33^\circ\text{C}$ e $St = 22^\circ\text{C}$ (limiares de temperatura considerados ótimos para que a transmissão da malária ocorra) e é a pluviosidade total mensal observada; $U_p = 0$ mm (ausência de pluviosidade no mês) e $Sp = 80$ mm (pluviosidade total mensal considerada ótima para que a transmissão ocorra).

Constatou-se que os meses de Outubro a Março são os que apresentam a maior susceptibilidade de transmissão da malária sugerindo -se que dada à elevada vulnerabilidade social que caracteriza esta cidade, devam se intensificar as actividades preventivas neste período.

Palavras-chave: Malária. Susceptibilidade Climática. Quelimane.

ABSTRACT

This paper seeks to determine the susceptibility to malaria transmission in Quelimane city as a way to characterize climate risk. This city was a high social vulnerability contributing to high malaria transmission were the climate are very important. The methodology was based on the proposal of Craig, Snow and Sueur (1999) and Small, Goetz and Hay (2003) and adapted for the present work. For this purpose, climate susceptibility for malaria transmission is given by:

$$\text{Climate susceptibility} = 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_t - U_t)}{St - U_t} * \frac{\pi}{2} \right] \right] + 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_p - U_p)}{Sp - U_p} * \frac{\pi}{2} \right] \right]$$

Where: X_t is the average temperature observed in the month; $U_t = 33^\circ\text{C}$ and $St = 22^\circ\text{C}$ (optimal temperature for malaria transmission) and X_p is the total monthly rainfall observed; $U_p = 0$ mm (no rainfall in the month) and $Sp = 80$ mm (monthly rainfall considered optimal for malaria transmission). The high social vulnerability that characterizes this city suggests that preventive measures should be intensified during this season.

Keywords: Malaria. Climate susceptibility. Quelimane.



INTRODUÇÃO

A malária em Moçambique

A malária permanece como um dos maiores problemas de saúde pública na África Subsaariana. Na região central de Moçambique onde a cidade de Quelimane se localiza, a malária constituiu a principal causa de mortalidade segundo constatou o Inquérito Sobre as Causas de Morte de 2007. Considerando a elevada vulnerabilidade social que caracteriza esta região, o clima acaba se mostrando um importante condicionante para a transmissão da malária sendo que a compreensão do mesmo torna-se um importante contributo para o auxílio das políticas públicas de prevenção.

Para MENDONÇA (2005) embora o clima não seja por si só determinante na transmissão das doenças, não se pode ignorar a sua influência principalmente em situações de alterações climáticas que se relatam nos últimos anos.

Segundo CONFALONIERI (2003), o clima actua de duas formas, nomeadamente, de forma contínua influenciando os fenómenos biológicos e de forma episódica, através de eventos climáticos e meteorológicos extremos.

A influência continua do clima sobre a saúde humana, factores de clima como a temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar e inclusive, o ciclo hidrológico afectam a capacidade de reprodução e de sobrevivência dos agentes patogénicos no meio ambiente, principalmente os vectores transmissores da malária aqui abordado enquanto alguns tipos de eventos meteorológicos extremos podem ter como efeito na saúde pública, o surgimento de epidemias de doenças infecciosas, (CONFALONIERI, 2003).

A malária é uma doença vectorial transmitida por mosquitos do género Anopheles tem como agente etiológico protozoários da família plasmodidae, género Plasmodium em que cinco

espécies são responsáveis pela infecção em humanos, nomeadamente, o *P. falciparum*, o *P. vivax*, o *P. malariae*, o *P. ovale* e o *P. knowlesi* recentemente identificado na Malásia, sudeste da Ásia (GREENWOOD et al., 2005). Em Quelimane e em Moçambique no geral, o *P. falciparum* constitui o parasita mais importante e com a agravante de ser aquele que transmite a malária grave. Daí que devido a elevada vulnerabilidade social que caracteriza a população moçambicana a compreensão do clima como factor de transmissão da malária se afigura importante.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Quelimane localiza-se na região Centro de Moçambique, sudeste do continente africano a uma Latitude de 17°52'42" Sul e 36°53'17" de Longitude Este (FIGURA 1).

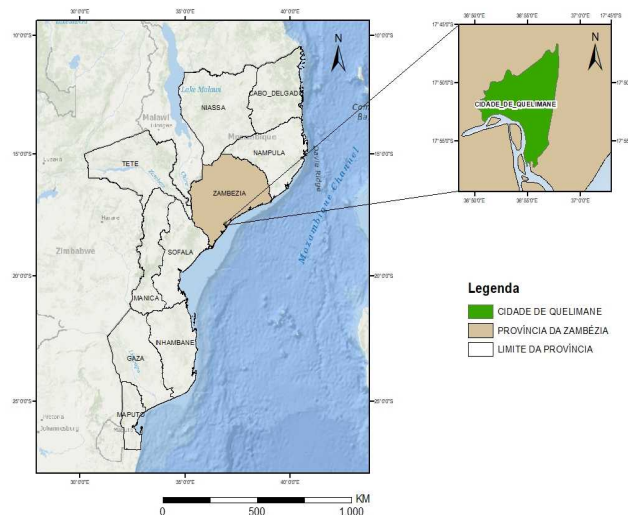


Figura 1: Enquadramento Geográfico da Cidade de Quelimane
Fonte: SITOIE, G. Risco e Vulnerabilidades socioambientais para a transmissão da malária em Quelimane, Zambézia-Moçambique (2017).

Quelimane é caracterizado por um clima chuvoso de savana em que as temperaturas médias anuais variam entre 24 e 25°C e a pluviosidade total anual entre 1000 a 1600 milímetros (Muchangos, 1999).

Grover-Kopec et al. (2006) referem que as

condições ótimas para a transmissão da malária são a umidade relativa do ar mensal que deve ser superior a 60%, pluviosidade mensal superior a 80 mm e temperatura média mensal entre 22° e 33°C. Para analisar a presença destas condições em Quelimane, a área em estudo, Siteo (2017) utilizando as médias climatológicas de 1961-2016, constatou que a pluviosidade média anual registada em Quelimane é de 1334,8 mm sendo portanto habitual o ano que registar essa pluviosidade. É seco o ano que registar pluviosidade inferior a 1042 mm; tendente a seco entre 1042 mm e 1188,42mm; tendente a chuvoso entre 1334,8 mm e 1481,2 mm e chuvoso, quando acima de 1627,6 mm (TABELA 1).

Ano-padrão	Precipitação em mm
Seco	1042
Tendente a seco	1188,4
Habitual	1334,8
Tendente a chuvoso	1481,2
Chuvoso	1627,6

Tabela 1: Padrão de pluviosidade. Quelimane, 1961-2016.

Fonte: Siteo, Gina Amélia Albino (2017).

O mês de Janeiro com uma média de 275 mm corresponde ao mês mais chuvoso e o de Setembro, o menos chuvoso com 16 mm. Pode-se afirmar que em Quelimane a época chuvosa inicia em Dezembro se estendendo até Abril evidenciando a grande variabilidade da pluviosidade que caracteriza esta cidade (TABELA 2).

Mês	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Max	Ano	Min	Ano
JAN	275	146	53	639,5	2007	85,9	2010
FEV	239	120	50	620,3	1963	79,3	1980
MAR	218	107	49	452,3	1962	14,5	2014
ABR	134	87	65	434	1976	16,3	2002
MAI	71	48	67	238,3	1973	11	1993
JUN	55	33	61	137,9	2004	1,7	2001
JUL	65	60	92	408,1	1996	5,7	2012
AGO	25	22	87	106,5	1998	0,2	1978
SET	16	22	139	112,6	1971	0	1970, 1992, 1993, 2007, 2016
OUT	26	37	143	178,6	1972	0	1970
NOV	73	69	95	344,8	1977	1,6	2005
DEZ	184	132	72	675,3	1981	23,6	1972

Tabela 2: Estatísticas da pluviosidade mensal. Quelimane, 1961-2016.

Fonte: Siteo, Gina Amélia Albino (2017).

A outra variável climática importante no estudo da relação entre o clima é a transmissão da malária é a umidade relativa do ar.

Para ilustrar as condições temporais de formação de suscetibilidade climática foram utilizados os dados de pluviosidade e temperatura observados na Estação Meteorológica do Aeroporto de Quelimane para o período de 1961 - 2016 a fim de se determinarem as médias climatológicas e a suscetibilidade climática para a transmissão da malária de acordo com as médias climatológicas mensais de 1961-2016.

A Estação Meteorológica do Aeroporto de Quelimane localiza a 36°51'56" de Longitude Este e 17°50'49" de Latitude Sul. A existência de apenas uma estação meteorológica fez com que apenas se temporalizasse esta susceptibilidade pois mostrou-se impossível espacializá-la.

No que se refere as médias climatológicas da temperatura (1961 - 2016), verificou-se que as maiores médias são registadas nos meses de Janeiro, Fevereiro e Dezembro (TABELA 3).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	28,0	27,8	27,5	25,9	23,7	21,7	21,0	22,1	24,1	26,0	27,4	27,8
Desvio padrão	0,7	0,7	0,6	0,7	1,0	0,9	1,2	0,8	0,8	1,1	0,9	0,9
Coefficiente de variação	2,4	2,6	2,3	2,8	4,1	3,9	5,8	3,5	3,2	4,1	3,4	3,3

Tabela 3: Estatística da temperatura. Quelimane, 1961 - 2016.

Fonte: Siteo, Gina Amélia Albino (2017).

As mais baixas foram registadas nos meses de Julho (21.0°C), Junho (21.7°C) e Agosto (22.1°C). Justamente os meses com as média mais baixas apresentam a maior variação. No entanto, pelos baixos valores do coeficiente de variação é possível verificar que as médias mensais de temperatura são mais homogêneas.

Craig, Snow e Sueur (1999) referem que temperaturas altas aceleram o desenvolvimento de mosquitos e reduzem o intervalo entre as alimentações em sangue o que leva a um contato mais frequente entre hospedeiro e vetor, proporcionando uma maior susceptibilidade à transmissão da malária devido à maior abundância de mosquitos.

Provavelmente seja por esta razão que os anos mais quentes, especialmente os de El niño, caracterizados pelas elevadas temperaturas em Quelimane, registem muitas vezes surtos de malária.

Para a determinação da susceptibilidade climática para a transmissão da malária em Quelimane foi utilizada a proposta de Craig, Snow e Sueur (1999) e Small, Goetz e Hay (2003) adaptada para o presente trabalho na qual a susceptibilidade é dada por:

$$\text{Susceptibilidade Climática} = 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_t - U_t)}{S_t - U_t} * \frac{\pi}{2} \right] \right] + 0.5 * \left[\cos^2 \left[\frac{(X_p - U_p)}{S_p - U_p} * \frac{\pi}{2} \right] \right]$$

Onde: X_t é a temperatura média observada no mês; $X_t = 33^\circ\text{C}$ e $S_t = 22^\circ\text{C}$ (limiares de temperatura considerados ótimos para que a transmissão da malária ocorra) e Y_t é a pluviosidade total mensal observada; $Y_t = 0$ mm (ausência de pluviosidade no mês) e $S_t = 80$ mm (pluviosidade total mensal considerada ótima para que a transmissão ocorra).

Constatou-se que os meses de Outubro a Março apresentam a maior susceptibilidade. Grover-Kopecet al. (2006) também referem que as condições ótimas para a transmissão da malária são: umidade relativa do ar superior a 60%, pluviosidade mensal superior a 80 mm e temperaturas médias mensais entre 22° e 33°C . Sendo que os mosquitos *Anopheles (An.) Gambiae* e *An. Funestus*, os mais dominantes em Moçambique, tem como limites de tolerância de temperatura 22 a 33°C foi adoptado este limiar no presente trabalho.

Foi determinada em separado a susceptibilidade pelas variáveis temperatura e pluviosidade utilizando as médias climatológicas de 1961-2016. Assim, a susceptibilidade climática foi obtida por ponderação onde tanto a temperatura como a pluviosidade obtiveram cada um, um peso de 50%. Assim, adaptando os critérios de Craig, Snow e Sueur (1999) adotaram-se os seguintes graus de susceptibilidade climática para a

transmissão da malária em Quelimane (TABELA 4):

Classificação	Designação
0 - 0,1	Baixa
0,1 - 0,5	Moderada
0,5 - 0,9	Alta
> 0,9	Muito alta

Tabela 4: Grau de susceptibilidade climática para a transmissão da malária em Quelimane

Fonte: SITO, G. Risco e Vulnerabilidades socioambientais para a transmissão da malária em Quelimane, Zambézia-Moçambique (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se analisarem as condições de temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar consideradas ótimas para que a transmissão da malária ocorra e considerando as médias climatológicas de 1961-2016 observou-se que em todos os meses dos 55 anos analisados (1961-2016), as médias mensais dos valores da umidade relativa do ar foram favoráveis à transmissão da malária (TABELA 5).

Período de 1961-2016	Temperatura média mensal superior a 22°C e inferior ou igual a 33°C	Pluviosidade superior a 80 mm/mês	Umidade relativa do ar Superior a 60%
Janeiro	100%	100,00%	100%
Fevereiro	100%	98,21%	100%
Março	100%	94,64%	100%
Abril	100%	75,00%	100%
Mai	98,21%	30,36%	100%
Junho	35,71%	19,64%	100%
Julho	5,36%	25,00%	100%
Agosto	51,79%	3,57%	100%
Setembro	100%	3,57%	100%
Outubro	100%	7,14%	100%
Novembro	100%	33,93%	100%
Dezembro	100%	82,14%	100%

Tabela 5: Percentagem das condições ótimas para a transmissão da malária. Quelimane, 1961-2016.

Adaptado de: SITO, G. Risco e Vulnerabilidades socioambientais para a transmissão da malária em Quelimane, Zambézia-Moçambique (2017).

Os dados da temperatura para o mesmo período também indicam que as condições de desenvolvimento do mosquito transmissor da malária estão presentes ao longo de todo ano, sendo a sua magnitude variável ao longo do ano. De facto, numa análise intra-anual ao se constatar que as condições de umidade relativa do ar têm-se mantido favoráveis à transmissão da malária ao longo de todo o ano, o que se observou na TABELA 5, podem ser distinguidos dois períodos, um período na qual a

pluviosidade mensal é superior a 80 mm e a temperatura média mensal superior a 22°C e inferior a 33°C, limiars considerados ótimos para que a transmissão ocorra e que compreende os meses de Dezembro a Abril (FIGURA 2).

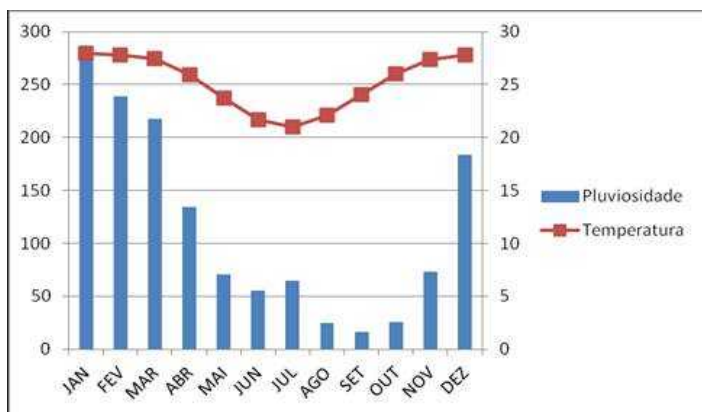


Figura 2: Gráfico Termo- pluviométrico da Cidade de Quelimane, 1961-2016.

Por este facto, constata-se que das três variáveis climáticas analisadas, a pluviosidade é que apresenta uma grande variabilidade intra-anual influenciando consideravelmente a sazonalidade da transmissão da malária. A variabilidade da precipitação em Moçambique é influenciada para além do fenómeno El Niño e Oscilação Meridional (ENOS) pela Zona de Convergência Inter-tropical (ZCIT), pelos ciclones e anticiclones tropicais.

Utilizando os limiars ótimos de temperatura (22 a 33°C) e de pluviosidade (maior ou igual a 80 mm) calculou-se a susceptibilidade climática para a transmissão da malária no período de 1961 – 2016 (FIGURA 3).

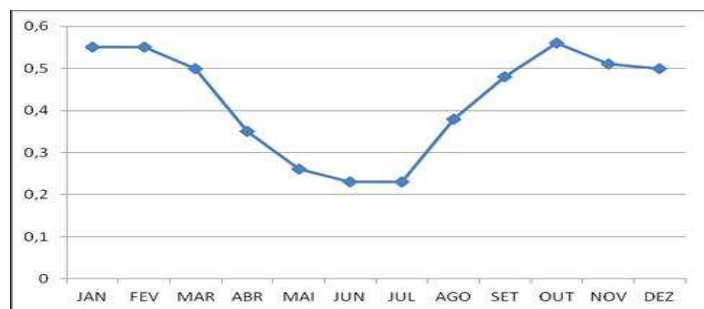


Figura 3: Susceptibilidade climática à transmissão da malária em Quelimane, 1961-2016.

Fonte: SITOE, G. Risco e Vulnerabilidades socioambientais para a transmissão da malária em Quelimane, Zambézia-Moçambique (2017).

Considerando que os valores de susceptibilidade entre 0 - 0,1 significam baixa susceptibilidade, 0,1 – 0,5 uma susceptibilidade moderada; 0,5 – 0,9 uma susceptibilidade alta e mais que 0,9 representa uma susceptibilidade muito alta, observa-se que a cidade de Quelimane é uma área de elevada susceptibilidade para a transmissão da malária.

Observa-se que a mais alta susceptibilidade é registada no mês de Outubro e a mais baixa é atingida nos meses de Junho e Julho. Assim, embora se verifique que as condições climáticas de transmissão da malária estejam presentes durante o ano todo, podem ser distinguidos dois períodos, um de maior susceptibilidade que compreende os meses de Outubro a Março, classificado como susceptibilidade alta na classificação acima referenciada e outro, de baixa susceptibilidade compreendendo os meses de Abril a Setembro, classificada por susceptibilidade moderada na classificação utilizada.

A um nível de significância de 5%, a associação entre a susceptibilidade climática total e a susceptibilidade pelos limiars de pluviosidade foi de 0,92, uma correlação muito forte.

A partir deste resultado, observa-se que tendo em conta as variáveis utilizadas para a determinação da susceptibilidade climática, nomeadamente a temperatura e a pluviosidade numa análise intra-anual, a pluviosidade é que melhor explica a susceptibilidade para a transmissão da malária influenciando a sazonalidade da sua transmissão (TABELA 6).

1961 – 2016	Pearson	p-value
Limiares de temperatura	0,59888	0,00000
Limiares de pluviosidade	0,92361	0,00000

Tabela 6: Correlação entre a susceptibilidade climática para a transmissão da malária e os limiars de temperatura e pluviosidade. Quelimane, 1961 – 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem metodológica utilizada no presente trabalho, permitiu que se constatasse que a cidade de Quelimane é uma região de alta susceptibilidade climática para a transmissão da malária. A transmissão ocorre o ano todo mas a maior susceptibilidade é observada nos meses de Outubro a Março. As variáveis temperatura e relativa do ar apresentam valores que favorecem essa transmissão durante o ano. Assim, é a variabilidade da pluviosidade que dita a sazonalidade da transmissão da malária identificada.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação para o Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro para a realização do doutorado.

REFERÊNCIAS

CRAIG, M.H; SNOW, R.W; SUEUR, D. Le. A Climate-based Distribution Model of Malaria Transmission in Sub-Saharan Africa.

Parasitology Today, v.15, n.3, 1999. P.105-111. [https://doi.org/10.1016/S0169-4758\(99\)01396-4](https://doi.org/10.1016/S0169-4758(99)01396-4)

GREENWOOD, B.M. **Malaria**. The Lancet, Vol. 365, Abril, 2005. pp. 1487-98.

GROVER-KOPEC, E. K. BLUMENTHAL, M.B. CECCATO, P.; DINKU, T. OMUMBO, J. A. CONNOR, S.J. Web-based climate information resources for malaria control in Africa. **Malaria Journal**, v.5, n.38, 2006. DOI: 10.1186/1475-2875-5-38.

MENDONÇA, F. **Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global**. Revista Brasileira de Climatologia, vol. 1, n. 1, 2005. pp. 100-112.

MOÇAMBIQUE, INE. **Inquérito nacional sobre causas de mortalidade**, 2007/8: relatório preliminar. Maputo: INE, 2009.

MUCHANGOS, A. **Moçambique Paisagens e**

Regiões Naturais. Maputo: Tipografia Globo, 1999.

SITOE, G. **Risco e Vulnerabilidades socioambientais para a transmissão da malária em Quelimane, Zambézia-Moçambique**. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Paraná, 2017.

Ulisses E. C. Confalonieri. **Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil**. Terra Livre, vol. I, n. 20, 2003. p. 193-204.