

Avaliação Sismotectónica de Moçambique no Período de 1980 a 2018

Gervásio J. Anela¹, Belzénia Matsimbe¹ e João P. Rocha²

¹Direcção de Pesquisa e Extensão, Prol. Av. Kim Il Sung, Edf.D1, Maputo, MOÇAMBIQUE

²Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho 59 7000-621, Alentejo, PORTUGAL

e-mail de contacto: ganela@isut.ac.mz

Resumo - Em Moçambique os eventos severos geofísicos e meteorológicos ocorrem com muita frequência, constituindo desastres naturais e trazendo consequências negativas para o progresso da economia e desenvolvimento da sociedade moçambicana. A disponibilidade de equipamento para prever e enfrentar os desastres naturais em Moçambique é escassa, devido ao elevado custo de aquisição por um lado, e por outro lado, a difícil previsão de ocorrências dos eventos severos naturais, como ciclones e sismos. Esta investigação faz uma avaliação sismotectónica de Moçambique no período de 1980 a 2018, cerca de 38 anos, usando dados sismológicos internacionais disponíveis na base dados da geological, geophysical e geodetical Database, envolvendo a actividade sísmica e de fissões das três (3) placas tectónicas, a Núbia, Somália e Arábia, incluindo o grande Vale do Rift Africano. Os dados observacionais foram executados num supercomputador com alta capacidade de realização de operações por segundo. O resultado mostrou que em Moçambique os epicêntricos e mecanismos focais dos sismos se concentraram na região centro do país, norte em Cabo Delgado e ao longo do canal de Moçambique, e a precipitação média global, se concentrou na cidade da Beira, passando se a distribuir pelas regiões norte, províncias do Niassa, Cabo Delgado, Nampula e no centro, províncias de Tete Zambézia e norte de Gaza. No período investigado, os sismos de magnitude superior a 5 graus na escala de Richter, foram variando até 7.5 graus ocorrido em 23 de Fevereiro de 2006 em Chibote, Matchaze, Província de Manica e sentido em todo Moçambique e países circunvizinhos com a destruição de muitas infraestruturas e mortes.

Palavras-chave: Sismotectónica - Desastres - Clima - Magnitude - Placas.

I. INTRODUÇÃO

Moçambique é um dos países africanos propenso a ocorrência de sismos, atravessado pelo Grande Vale do Rife Africano e influenciado por três placas tectónicas, sendo a de Nubia, Somália e Arábia e limitado pelas coordenadas 10° - 27° E e 30° - 40° S [1]. Neste país africano, o primeiro observatório foi criado em 1957, instalado na cidade de Lourenço Marques actual Maputo que após 3 anos se registaram 44 sismos com magnitudes variando entre 5.0 a 6.5 graus na escala de Richter. Desde a criação do observatório, destaca-se o ano de 1985 que ocorreram dois abalos sísmicos de escalas de 6.0 e 6.4 graus Richter [3].

Segundo [6], ao longo do tempo, verificamos que os sismos ocorreram no prolongamento do Vale Rift Africano e

na região norte do Canal de Moçambique. Entre Fevereiro a Março de 2006 ocorreram 50 sismos com magnitudes variando entre 3.3 a 7.0 graus Richter [11], com destaque do sismo ocorrido em Chitobe, Matchaze com 7.5 graus Richter e sentido em todas províncias de Moçambique incluindo os países vizinhos, com uma consequência de 5 mortes, 28 feridos e destruição de mais que 280 casas e outras infraestruturas. Em relação aos epicêntricos sísmicos, Moçambique apresenta duas características, segundo o registo de 1957 a 2009, que foram sul do Valley Rift Africano, que tem como origem no Lago Niassa dirigindo-se para o sul de de Moçambique, meridianos 30° - 35° E e paralelos 10° - 25° S em seguida no Canal de Moçambique, concentrando duas regiões com alta sismicidade, envolvem 10° - 18° S; 40° - 42° E e 21° - 24° S; 37° - 40° E, registando-se uma frequência de sismos entre 1950 a 1957.

II. CARACTERÍSTICA GEOGRÁFICA E DEMOGRÁFICA DE MOÇAMBIQUE

Moçambique está localizado no hemisfério sul do continente africano, na região da África Oriental e sudoeste do continente, possui uma área de terra firme de 786.380 km² e terra líquida de 13.000 km², totalizando 799.380 km² de superfície. Segundo a World Population Prospects (WPP) em 2019 a população estimava-se em 30.366.043 habitantes com índice demográfico e outros parâmetros constantes tabela 1, que apresentamos nesta investigação [16].

Analizando o sismo de maior amplitude ocorrido em 23 de Fevereiro de 2006 em Chibote, Matchaze com 7.5 graus Richter, avaliamos as distâncias quadrantes com o epicentro, onde verificamos que para o norte de Moçambique abarcou 1571 km e para sul, Rio Maputo 1152 km, leste, canal de Moçambiquee 1315 km e Este 1125 km. Avaliando estas distâncias e considerando a informação de que o sismo foi sentido em todos países vizinhos é óbvio afirmarmos que Moçambique está sob imersão dos sismos com elevado nível de propensibilidade.

A característica demográfica de Moçambique está relacionada com os parâmetros e índice de conforto humano (IDM), que a seguir apresentamos na tabela I.

Na tabela I, fazendo análise dos parâmetros destacados, verificamos que em relação ao índice de desenvolvimento humano (IDH), segundo o Programa das Nações Unidas (PNUD), estava abaixo de 50%, (44,6%), significando que as condições de vida e saúde, bem como, a educação e o nível de vida para os moçambicanos nesse período não representavam grandes avanços.

Estes dados reflectem o comportamento da sociedade moçambicana na assunção de fenómenos naturais, caracterizados como desastres naturais. Os autores assim con-

Table I. Valores dos Parâmetros Período 2018-2019 (Fonte: WWP, 2019)

Parâmetros	Correspondente
Desenvolvimento Humano (IDH)	0,446
Bip Per Capita	499 U\$
Esperança de Vida	60,2 anos
Acesso a Água Potável	55,62 % População
População Rural	63,5% População
Alfabetizados (superior a 15 anos)	60,65%
População Urbana	36,5 Habitantes
Indivíduos com Acesso a Internet	10%
Crescimento Populacional	2,85%

sideram, visto que eventos que ocorreram recentemente, como os ciclones as populações das regiões afectadas, como Beira, revelaram um comportamento diferenciado, em relação a quanto ocorreu o maior sismo de Moçambique em 2006.

III. CARACTERÍSTICA GEOFÍSICA DE MOÇAMBIQUE

Moçambique possui uma enorme costa no litoral banhado pelo Oceano Índico e no sul com muitas planícies e norte com áreas planálticas e montanhas [1]. O país está aproximado do Rift Valley, uma área caracterizada por falha na placa tectónica africana e consequentemente susceptível a actividades tectónicas [4].



Fig. 1 Mapa Geofísica de Moçambique (Fonte:CIA, 2000)

As principais características da composição das placas tectónicas associadas ao Valle do Rift Africano é demonstrada pela imagem da figura 2 que passamos a apresentar.

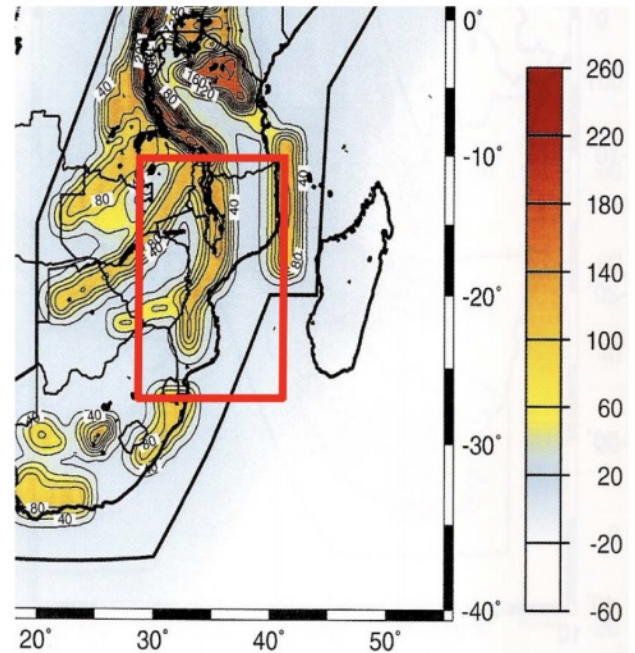


Fig. 2 Mapa Tectónica do Valle Rift Africano (Fonte: CGMW, 2010)

IV. CARACTERÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DE MOÇAMBIQUE

Moçambique é um país com o clima Tropical Húmido, condicionado pela monções de nordeste até ao Oceano Índico com correntes quentes oriundas do canal de Moçambique com duas estações, sendo a de seca que vai de Março a Outubro e de chuvas de Novembro a Fevereiro, e nas regiões montanhosas o clima tropical passando a ser de altitude [12].

Segundo [12], Moçambique os período chuvosos são irregulares, a concentração da precipitação observa-se na região centro do país e sul da província de Gaza, assim como nas regiões planálticas e ou montanhosas, como de Niassa, Milange e outras. Avaliando a tendência nos 38 anos verificamos que no centro do país e sul da província de Gaza a precipitação variou em média global entre 100 a 200 mm, afectando a característica dos terrenos ou áreas habitadas e agrícolas, como ilustramos no mapa da figura 3. As tendências acumuladas globais, foram incrementadas pelas intensas chuvas que em muitos casos ocorreram acompanhadas dos ciclones que fazem parte dos desastres naturais em Moçambique.

A fonte do [12] a que nos referimos acima, forneceu-nos dados de precipitação no período de 1980 a 2018, onde determinamos as média globais da precipitação, verificando-se que ela se distribui irregularmente, concentrando-se na Cidade da Beira, seguida das regiões norte de Moçambique, especialmente nas províncias de Niassa, Cabo Delgado, Tete e sul de Gaza. Este comportamento pluviométrico se observa nestas condições pelos factos de na Beira ser zona de convergência intertropical (ZCIT) e nas outras regiões serem montanhosas. Nesta investigação, constatamos que o aumento de volume da precipitação está associado a ocorrência de ciclones, dado que é durante estes eventos severos que observamos a grande quantidade de água precipitada.

V. CARACTERÍSTICA DOS TERRENOS DE MOÇAMBIQUE

Considerando os sismos e ciclones na fase severa, assumem papel de desastres naturais que devem ser mitigados para o benefício da sociedade moçambicana. Deste modo, leva-nos a reflectir sobre as infraestruturas que se devem disponibilizar a sociedade. Para este efeito, é necessário identificar e classificar os terrenos para construções resilientes, por outro lado, preservar áreas propensas a ocorrência de sismos, reduzindo certas actividades que facilitem a sua ocorrência.

Tomando em consideração que Moçambique é um país propenso a desastres naturais [15], que de forma geral estão relacionados a terra, onde os moçambicanos habitam, é necessário se pensar nas diversas estratégias para responder estes desastres. Os investigadores consideram relevante a criação de infraestruturas resilientes fazendo face a estes desastres.

A título de exemplo, a construção de casas, pontes ou criação de centros de produção ou concentrações para edificação de edifícios ou vilas, deve-se dar a importância sobre as condições de ocorrência de sismos ou ciclones. Havendo necessidade de desenvolvimento económico para o país, em áreas propensas a ocorrência de sismos ou ciclone, criar-se infraestruturas resilientes.

VI. RESULTADOS

Os resultados desta nossa investigação se assentaram em duas vertentes, mostrando-nos as zonas de concentração de chuvas em períodos chuvosos que em muitos casos estão associados aos ciclones. Por outro lado, a investigação nos mostrou as regiões de concentração das magnitudes que constituem os epicentros sísmicos, em que também nestas regiões deve-se tomar medidas de precaução evitando danos materiais e humanos quando ocorrido [8].

Assim sendo, projectamos os dados computados da precipitação média global e distribuição dos epicentros de Moçambique originando os mapas que passamos a apresentar. Na figura 3, computamos os dados de precipitação de 1980 a 2018 [12] para encontrarmos a média global da precipitação acumulada no referido período, onde observamos resultados simulados nos mapas 1, 2, 3 e 4. Sobre estes mapas, na imagem 1 a precipitação concentra-se apenas na Beira. Trata-se dos momentos iniciais da queda das chuvas, ou início dos ciclones acompanhados a precipitação acumulada, no início de épocas chuvosas. Avaliando para os meses precedentes observamos que ela vai-se distribuindo pelas regiões norte particularmente em Cabo Delgado, Tete e Niassa.

Relativamente ao centro ela vai-se distribuindo pela região de Manica e o norte da província de Gaza. No mapa 4 verificamos claramente que a precipitação envolveu as regiões norte, centro e sul, com destaque norte de Cabo Delgado, Beira e Tete. Independentemente da grande quantidade de água trazida pelos ciclones, a cidade da Beira é a que mais concentra a precipitação por ser zona de convergência intertropical (ZCIT). Enquanto que nas outras regiões é pelo facto de serem montanhosas, de certa forma permitindo a ocorrência de ciclones que também trazem certa quantidade de água chuvosa.

Em relação aos sismos, determinamos as zonas de risco ou perigosidade sísmica, aquelas com a vulnerabilidade de

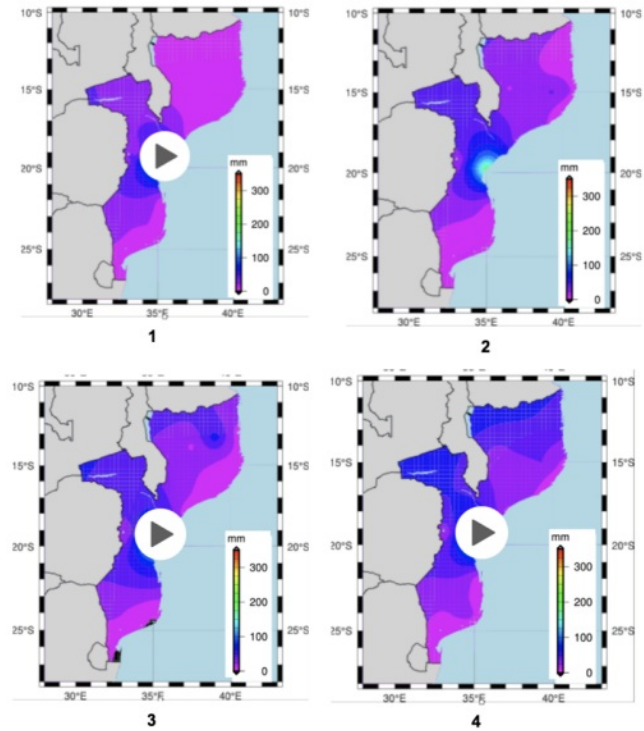


Fig. 3 Precipitação Média Acumulada em 38 Anos em Moçambique

ocorrência de sismos no mesmo período (1980 a 2018) [5], usando dados mundiais e construindo mapas de focos através do pacote gráfico GM [16]T. De acordo com este pacote obtivemos a concentração dos epicentros ou pontos focais nas províncias de Manica, Cabo Delgado e ao longo do canal de Moçambique.

Verificamos uma característica típica consistindo no aumento das frequências na ocorrência de sismos, os quais classificamos em (i) Normais, aqueles cuja suas magnitudes oscilaram entre 1 à 3 graus Richter; (ii) Inversos, aqueles com magnitudes superiores a 3 e inferiores a 5 graus; e (iii) Strike-slip, aqueles que representam fracturas de pedras entre as superfícies rochosas, são consideradas como fortes e as suas magnitudes são superiores a 5 graus na escala de Richter [14].

O mapa de distribuição das magnitudes, que construímos com os dados mundiais e projectamos no pacote Global Mapping Tools (GMT), mostra-nos que durante este período, Manica foi a região que mais frequência cíclica teve, seguida de Cabo Delgado e depois ao longo do canal de Moçambique. Considerando que os sismos libertam energias através das placas tectónicas e Moçambique está afectado com o Grande Vale do Rifte Africano.

Nesta investigação, ao computarmos dados referentes a precipitação, olhando para a característica sísmológica de Moçambique [2], através da existência do grande Vale do Rifte Africano, actividades das três placas, da Núbia, da Somália e da Arábia, com os resultados que computamos permite afirmarmos que Moçambique é um país de alto nível de riscos de desastres naturais de carácter sísmica e ciclónica [11]. Com esta afirmação podemos propor a sociedade moçambicana e bem como os líderes de vários sectores aplicarem medidas de prevenção de todas ordens para

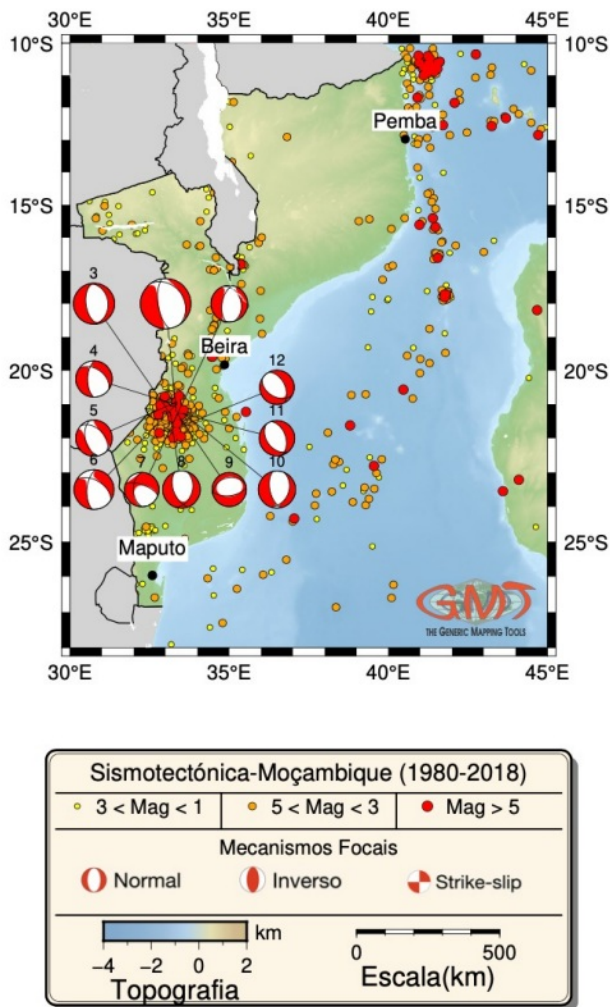


Fig. 4 Distribuição Sismotectónica de 1980 a 2018 em Moçambique

evitar os possíveis desastres a ocorrerem no país, causados pelas características a que mencionamos.

VII. CONCLUSÕES

Avaliando as condições sismotectónica de Moçambique e associadas as condições pluviométricas os investigadores destacaram as seguintes conclusões:

1. As regiões centro e norte de Moçambique são vulneráveis a ocorrência de sismos e ciclones;
2. o Grande Vale do Riftes Africano condiciona a ocorrência de sismos;
3. A região da Beira, é propensa a ocorrência de ciclones por ser zona de convergência intertropical (ZCIT), com alta instabilidade atmosférica;
4. Em Moçambique, os sismos são frequentes com magnitude a variarem de 1 até 7.5 graus de Richter; e
5. O sismo de maior escala, com 7.5 graus, ocorreu no dia 23 de Fevereiro de 2006, em Chibote, Matchaze, causando 5 mortes, 28 feridos e destruição de mais que 280 casas, sentindo-se em todos países vizinho de Moçambique

Face a estas conclusões, recomendamos

- (i) Criação de infraestruturas resilientes aos desastres causados pelos sismos e ciclones; e

- (ii) Conciencialização das populações em zonas de risco, para assumirem comportamento pro-activo visando minimizar os danos materiais e humanos.

AGRADECIMENTOS

Os autores desta investigação agradecem ao Instituto Superior de Transportes e Comunicações pelas condições materiais criadas para realização desta investigação. Os mesmos ainda agradecem a Universidade de Évora, que igualmente disponibilizou o equipamento informático permitindo realizar a computação de dados e construção de mapas.

REFERENCES

- [1] Hall, T. C. F., Vasconcelos, P. *Agência Geral das Colónias, Geologia de Moçambique*, Lisboa Portugal, 1948.
- [2] CGMW. *Tectonic Map of Africa*, CGMW General Assembly - UNESCO Paris, France, 2010.
- [3] Anela, G. J., and de Avillez, M.A. *Thermal and dynamical evolution of the interstellar medium in a section of the Galactic disk*, University of Evora Portugal, 2019.
- [4] de Avillez, M. A., Anela, G. J., Asgekar, A., Dieter, B., and Schnitzler, D. H. F. M. *Electrons in the supernova-driven interstellar medium Results from self-consistent time-dependent ionic and hydrodynamic evolution of the interstellar plasma*, Astrophysic & Astronomy, NASA, Evora University, Portugal, 2020.
- [5] Midzide, V., and Manzunu, B. *The largest earthquakes in Sub-Saharan África*, in: *Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal implications*, ISBN: 978 1 107 033 863, 413 p, ed. A. Cambridge University Press, 2014..
- [6] Yang, J., and Chen, M.A. *Earthquakes along the East African Rift System: A multiscale, system-wide perspective: Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1029/2009JB006779 Cape Town, 2010.
- [7] Hill, R. S., and Chen, M.A. *Quaternary faulting in the south-eastern Cape Province:South African Journal of Geology*, doi: v. 91, pp. 399-403 South Africa, 1988.
- [8] Hlatywayo, D. J.,. *Seismic hazard in central southern Africa: Geophysical Journal International*, v. 130, pp. 737-745 South Africa, 1988.
- [9] World, P.P. *Perspectives for Mozambican Evolution Parameters*, WPP UNESCO UNESCO, 2019.
- [10] CIA *International Parameters of Countries*, Comunidade Inteligente Americana USA, 2000.
- [11] Hussein, H. M., Marzouk, I., Moustafa, A. R., and Hurukawa, N. *Preliminary seismicity and focal mechanisms in the southern Gulf of Suez, August 1994 through December 1997*, Journal of African Earth Science v. 45, pp. 48-60, Johannesburg, 2006.
- [12] INAM. *Centro de Dados do Instituto Nacional de Meteorologia*, Rua da Mukumbura 156 Maoputo, Moçambique, 2020.
- [13] de Avillez M. A., in *Cosmic Rays and the Interstellar Medium*, p. 28 11, University of Evora Portugal, 2018.
- [14] D.Bruce,T.. *Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium*, Precteton 11003 3rd Edition Harvard: USA, 2011.
- [15] S. Filho Oliveira & O. Saraiva. M, F. *Astronomia e Astrofísica*, 3.Ed. Rio Grande do Sul Editora Harlow, Livraria da Física: Brasil, 2013.
- [16] F. Jiang., et al.. *Astrooysics Process*, 3.Ed. Rio Grande do Sul Editora Harlow, 5ed. Physics, 2012.