



## Ficha Informativa da Actividade Sísmica da Bacia de Zambeze: Recentes Terremotos e Tremores na Bacia do Rio Zambeze



### Introdução

As actividades sísmicas associadas a terremotos e tremores estão relacionadas ao tremor da terra. Foram expressas preocupações de ocorrências acrescidas de terremotos de maior magnitude na Bacia do Rio Zambeze, bem como a devastação potencial relacionada aos sistemas socioeconómicos e aos meios de subsistência que poderiam resultar.

De acordo com os Oxford Living Dictionaries, a actividade sísmica é definida como relacionada a terremotos ou outras vibrações da terra e sua crosta. Na Bacia do Rio Zambeze (Figura 1), terremotos e tremores são atribuídos principalmente a causas naturais que emanam dos movimentos tectónicos do Sistema de Fissura da África do Leste (EARS) (Figura 2).

A outra causa significativa de terremotos e tremores na Bacia do Rio Zambeze está relacionada ao preenchimento de grandes reservatórios e lagos, bem como as flutuações associadas dos níveis de água (actividade sísmica induzida pelo reservatório). Tais actividades sísmicas foram registadas em relação à construção do Lago Kariba desde a conclusão da barragem em 1958.

Outras causas de terremotos e tremores incluem actividades de mineração, fraturamento hidráulico (fracking) e erupções vulcânicas.



Figura 1: A Bacia do Rio Zambeze



Figura 2: Característica geológica principal que contém o Sistema de Fissura do Leste Africano (EARS) com a posição da sub-bacia do meio do Vale do Zambeze dada (Nyambe, 1993).

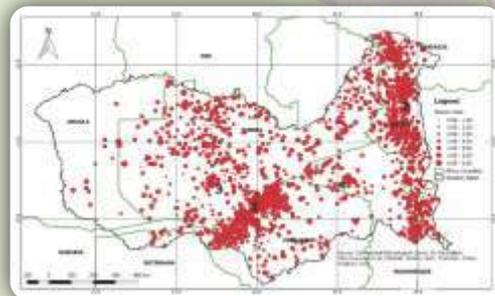


Figura 3: Padrão espacial de actividade sísmica na Bacia do Rio Zambeze. Observe que as concentrações seguem as áreas de falha da Fissura do Zambeze e do Sistema de Fissura do Leste Africano (EARS) e mais pronunciadas nas áreas de retenção de água (1 = Lago Kariba; 2 = Lago Malawi/Nyasa/Niassa e Rio Shire; 3 = Barragem de Itzhi-Tezhi; 4 = Barragem de Cahora Bassa). Compare com a Figura 2 e observe o alinhamento com as estruturas geológicas.

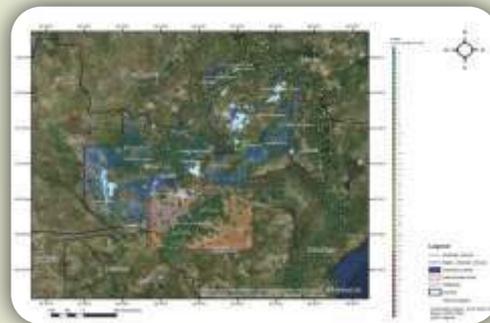


Figura 4 Mostrando o padrão sísmico 1901-2007 de dados da Zâmbia com a inserção do Lago Kariba (Fonte de dados: Departamento de Pesquisa Geológica da Zâmbia)

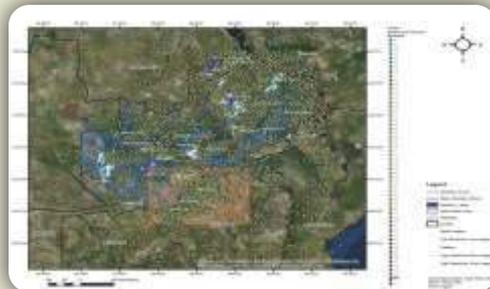


Figura 5 Mostrando o padrão sísmico 1967-2017 de Dados da Zâmbia com a inserção do Lago Kariba (Fonte de dados: Departamento de Pesquisa Geológica da Zâmbia)

### Estado e Tendências da Actividade Sísmica na Bacia do Rio Zambeze

Com referência às Figuras 3, 4 e 5, é evidente que a Bacia do Zambeze está sujeita a actividades sísmicas pronunciadas. Esses números mostram claramente que as densas concentrações de terremotos e eventos de tremor na Bacia estão associados a grandes massas de água - Lago Kariba (1), Lago Malawi/Nyasa/Niassa (2), Barragem de Itzhi-Tezhi (3) e Lago de Cahora Bassa (4).

O padrão de ocorrência espacial mostra que, enquanto os sistemas do Vale de Luangwa e do Lago Malawi/Nyasa/Niassa e Shire são dominados por actividades sísmicas naturais associadas à EARS, as demais áreas de grande quantidade de água são principalmente sujeitas a actividades sísmicas induzidas por reservatórios artificiais.

A região Zambiana do Copperbelt também está sujeita a uma actividade sísmica significativa que é altamente provável induzida por actividades de mineração concentradas. Também é bastante evidente a baixa actividade sísmica na parte oeste da Bacia, especialmente em Angola. Isso pode ser devido à existência de uma formação geológica naturalmente estável.

O Departamento de Pesquisa Geológica da Zâmbia registou um total de 4600 actividades sísmicas naturais e induzidas na Bacia do Rio Zambeze durante um período de 116 anos que se estende entre 1901 e 2017. Consulte os Números 4 e 5 para detalhes.

Enquanto a Bacia do Rio Zambeze é geralmente considerada uma região relativamente calma sísmicamente quando comparada a lugares como o estado da Califórnia nos Estados Unidos da América (EUA), terremotos de magnitudes maiores que 4,0 na escala Richter foram registados. Consulte a Tabela 1 para detalhes.

Tabela 1: Major Grandes Terremotos na Bacia do Rio Zambeze

Data	Hora	Latitude (°S)	Longitude (°E)	Magnitude (mb)	Região
13.12.1910	11:34	- 8	31.0	7.1	Sul de Tanganyika
13.12.1942	13:40	-11.4	34.5	6.7	Malawi Ocidental / Nyasa/Niasa
25.09.1963	07:03	- 16.73	28.4	6.4	Lago Kariba
18.07.1986	15:07	- 16.36	28.48	5.4	Lago Kariba
10.05.1991	01:12	- 17.35	24.98	4.8	Sudoeste de Mulobezi
21.07.2011	15.55	- 15.96	25.98	5.2	Itezhi-tezhi
04.02.2012	15.55	- 16.94	27.64	4.5	Lago Kariba
09.01.2016	03:05	-16.05	28.55	4.6	Chirundu

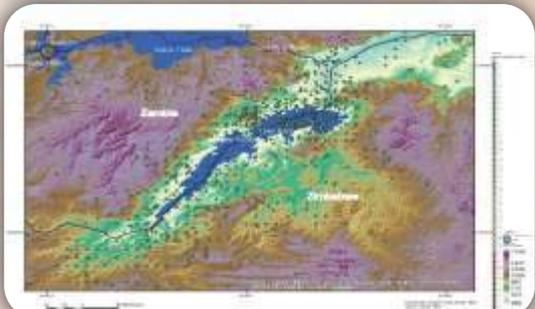


Figura 6: Eventos de terremoto na zona do Zambeze Médio dominada pelo Lago Kariba (Fonte de dados: Departamento de Pesquisa Geológica da Zâmbia)

Em 1910, o maior terremoto com uma magnitude de 7.1 na escala de Richter ocorreu na parte sul do Lago Tanganyika afectando partes da Zâmbia, Tanzânia e Malawi. Este foi um evento sísmico natural.

O enchimento de grandes reservatórios artificiais na Bacia é conhecido por estar associado ao desencadeamento de actividade sísmica intensa. Um exemplo é o lago Kariba, que desencadeou numerosos tremores quando ele foi preenchido a partir de 1961. Após alcançar o preenchimento em Agosto de 1963, o Lago Kariba desencadeou os primeiros terremotos de grande magnitude conhecidos do mundo maiores que 6.0 na escala de Richter. De 23 a 25 de Setembro de 1963, seis terremotos de grande magnitude ocorreram além dos numerosos tremores de menor magnitude.

No início da década de 1960, o Lago Kariba causou numerosos terremotos na área, 20 deles maiores do que a magnitude 5 na escala Richter.

Entre 1961 e 1963 foram registados 750 réplicas.

Embora a actividade sísmica tenha diminuído a partir daí, numerosos tremores cujos epicentros estão na bacia do Lago Kariba foram registados. O Departamento de Serviços Meteorológicos do Zimbabwe registou um total de 2.416 eventos sísmicos provenientes da região do Lago Kariba, na Sub-Bacia do Médio Zambeze, durante um período de 58 anos que se estendeu de 1959 a 2017. Somente em 2016, o Zimbábue registou mais de 50 terremotos variando de magnitude 1,5 a 4,6 na escala de Richter com a área do lago Kariba sendo o epicentro. Veja Figura 3 para detalhes.

Antes da construção do Lago Kariba, nenhuma actividade sísmica conhecida teve seu epicentro na Bacia do Lago Kariba (Gough, D.I., 1978). A Figura 6 mostra terremotos de diferentes magnitudes registados na bacia do Médio Zambeze, cuja principal característica é Lago Kariba.

### Impactos de Actividades Sísmicas

Os terremotos que ocorrem em áreas densamente povoadas são os perigos naturais mais devastadores das actividades sísmicas.

Tal como ocorreu com o conjunto de terremotos de magnitude 5,4 a 6,0, que ocorreu em Karonga no Malawi de 6 a 20 de Dezembro de 2009. Os impactos adversos de tais eventos incluem o seguinte:

- **Perda de vidas - humana e pecuária:** no caso de Karonga, quatro pessoas foram mortas e mais de 300 ficaram feridas;
- **Destruição de infra-estruturas:** populações inteiras em áreas afectadas são deixadas vulneráveis a infra-estruturas em colapso que inclui edifícios residenciais, estradas e pontes, abastecimento de água e instalações sanitárias, escolas e instalações de saúde. Em Karonga, a população da área de 1,2 milhão foi deixada vulnerável;
- **Desalojados:** As pessoas estão sujeitas à falta de lar devido à destruição e ao colapso dos edifícios residenciais. Cerca de 2.870 casas foram destruídas e pelo menos 15 mil pessoas ficaram desalojadas em Karonga;
- **Perda de meios de subsistência:** onde os assentamentos estão em declives íngremes da montanha, os sistemas de produção de sustento são propensos a deslizamentos de terra. No caso de Karonga, que é uma região montanhosa com encostas íngremes, fontes de subsistência como campos de cultivo, pastagens, fontes de água e o meio ambiente foram afectadas por deslizamentos de terra.
- **Insegurança alimentar:** Em áreas de alta actividade agrícola, terremotos induzem insegurança alimentar através da destruição de sistemas de produção. No caso de Karonga, que é uma área altamente cultivada, as pessoas foram submetidas a insegurança alimentar após a destruição de suas culturas e armazenamentos de alimentos.
- O estresse **sócio-psicológico** é sentido por aqueles que sofrem perdas por terremotos e eles precisam de apoio direccionado para voltar a vida normal.

- Ameaças à saúde humana através da perda de instalações de provisão de saúde, instalações de água e saneamento e fontes nutricionais.
- Perda de contribuições econômicas regionais para o bem-estar econômico nacional através da devastação de sistemas de produção regionais.
- Puxar orçamentos nacionais escassos à medida que os recursos são desviados do essencial para situações de emergência, de modo a salvar vidas e ajudar a recuperação através de esforços de socorro. Em Karonga, o Governo do Malawi atribuiu um total de 2,5 milhões de MK para o trabalho de emergência imediato.

Em geral, terremotos e tremores causam sérios danos às infra-estruturas socioeconômicas, como edifícios, pontes e barragens. Numa situação em que uma barragem para a geração de energia hidroelétrica colapsasse, isso significaria uma perda total de capacidade de geração que poderia levar ao encerramento completo e possível colapso dos sectores socioeconômicos dependentes. Este cenário pode ser estendido para a Barragem de Kariba, que também pode causar perda de infra-estruturas a jusante, habitats de vida selvagem e turismo e, possivelmente, meios de subsistência do Baixo Zambeze.

Felizmente, a maioria dos terremotos e tremores que ocorreram na Bacia do Rio Zambeze não tiveram impactos adversos significativos nos sistemas socioeconômicos e ambientais.

### Mecanismos de Defesa e Resiliência na Bacia do Zambeze

**Arranjos Legais e Institucionais de Gestão de Calamidades:** Não há evidências de acordos legais e institucionais autônomos para terremotos e tremores entre os Estados Ribeirinhos da Bacia do Zambeze.

No entanto, cada país possui acordos legais e institucionais visando a gestão de riscos de calamidades. Os riscos abordados incluem inundações, infestações de pragas, secas, tempestades, deslizamentos de terra, acidentes, ondas de calor, queimadas e terremotos.

Cada um dos Estados Ribeirinhos possui uma instituição de gestão de riscos de calamidades. Estes são o Departamento de Proteção Civil (Zimbabwe), Departamento de Assuntos de Gestão de Desastres (DoDMA) (Malawi), Escritório Nacional de Gestão de Desastres (Botswana), Instituto Nacional de Gestão de Desastres (Moçambique), Unidade de Proteção Civil no Ministério do Interior (Angola), Unidade de Gestão de Riscos de Desastre (Namíbia), Unidade de Gestão de Desastres e Mitigação (Zâmbia), Departamento de Gestão de Desastres (Tanzânia).

Há evidências de que cada um dos Estados Ribeirinhos possui instrumentos legais que incluem estatutos ou actos, políticas, estratégias e planos que abordam a gestão e mitigação de calamidades (UNECA, 2015). A maioria destes instrumentos legais são bastante recentes, isto é, instituídos após 2010.

Através da adesão à SADC, os Estados Ribeirinhos da ZAMCOM adoptaram a Estratégia Regional de Prontidão e Resposta a Calamidades da SADC em Novembro de 2016.

Os Estados Ribeirinhos também fazem parte do projecto SADC/UNECA/UNISDR, que consiste em integrar e implementar a redução do risco de desastres na África Austral. O projecto está sendo implementado no âmbito do projeto da Conta das Nações Unidas para o Desenvolvimento sobre o fortalecimento das capacidades dos decisores políticos Africanos para integrar a redução do risco de desastres naturais nas políticas e estratégias de desenvolvimento nacionais e regionais em África. O projecto foi concebido e implementado pela Comissão Econômica para a África (ECA) e pelo Gabinete das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR) em conjunto com a SADC (UNECA, 2015).

Pode-se concluir que o risco de terremoto é levado a sério no contexto mais amplo de gestão de desastres por cada um dos Estados Ribeirinhos, bem como ao nível da Bacia no âmbito da SADC e ao nível global através da Convenção das Nações Unidas sobre Redução do Risco de Desastres.

O que deve ser abordado é a adequação com a qual os arranjos legais e institucionais a nível nacional, regional e mundial abordam a questão específica do risco de terremoto ao nível da Bacia do Zambeze.

### Participação das Partes Interessadas na Gestão de Risco de Desastre de Terremoto

Todos os estados ribeirinhos da Bacia do Zambeze possuem programas de consciencialização de riscos de desastres que correm em conjunto com as partes interessadas e, neste caso, as comunidades vulneráveis.



Figura 7: Exemplo da Estação Sísmica do Zimbabwe e o interior (Fotos, cortesia do Sr. Marimira Kwangwari, Departamento de Serviços Meteorológicos, Zimbabwe).

No entanto, no Zimbabwe, a Secção de Seismologia do Departamento de Serviços Meteorológicos, trabalhando em conjunto com o Departamento de Proteção Civil, tem educado as pessoas sobre o risco de terremoto e a preparação para desastres relacionados ao terremoto através da participação no projecto de planos de gestão do risco de desastres para diferentes distritos e províncias (Kwangwari M. J 2017).

## Infraestrutura para Monitoramento da Actividade Sísmica:

Cada um dos Estados Ribeirinhos da Bacia do Zambeze possui instituições de monitoramento da actividade sísmica. Estes incluem os Departamentos de Pesquisas Geológicas, como é o caso da Zâmbia e dos Departamentos de Serviços Meteorológicos, como é o caso do Zimbabwe. Consulte os Números 7 e 8 para apreciação.

Como os terremotos são de natureza transfronteiriça, pelo que os tremores são sentidos em toda a Bacia, os países colaboram em seus esforços de monitoramento. As Figuras 3 e 4 sobre a ocorrência espacial de terremotos e tremores na Bacia ilustram a corroboração de eventos entre países.

Esses esforços para reforçar a resiliência contra riscos relacionados à sísmica também beneficiam do apoio do USGS, que também monitora as actividades de terremotos e tremor na região através de técnicas, instrumentação e relatórios avançados.

## Opções Políticas

Políticas e opções estratégicas devem ser desenvolvidas em todos os Estados Ribeirinhos da seguinte forma:

- **Fortalecer a Capacidade da Bacia do Zambeze na Gestão de Riscos de Desastre de Terremoto:** Terremotos e tremores estão aumentando em frequência e magnitude e continuarão a ser perigos preocupantes. A política precisa se concentrar no fortalecimento da capacidade regional para desenvolver e implementar políticas, estratégias e planos regionais que minimizem a vulnerabilidade dos sistemas socioeconômicos e ambientais da Bacia, fortalecendo ao mesmo tempo a resiliência.
- **Melhorar a qualidade de infra-estruturas e da habitação:** O desabrigo é um problema real no caso de um terremoto destrutivo, como foi o caso de Karonga em 2009, onde as casas colapsaram ou tornaram-se habitáveis devido a grandes rupturas. As estruturas de má qualidade são principalmente devido à maioria dos artesãos locais se aventurarem no negócio de construção sem treino formal e não estão familiarizados com melhores princípios de construção. A política precisa se concentrar em habitação de qualidade que possa resistir a tais perigos. A consciencialização sobre redução de risco de desastres e infraestrutura adaptativa entre artesãos locais e empreiteiros de construção é uma maneira efectiva de promover a integração de redução do risco de desastres no sector de construção.
- **Desenvolvimento de programas de redução de riscos de terremotos baseados na comunidade:** Uma vez que são as comunidades que sofrem as consequências dos impactos adversos das actividades sísmicas, como ocorreu com as comunidades de Karonga no Malawi em 2009, é importante se concentrar no desenvolvimento de programas que reduzam a vulnerabilidade aos caprichos do terremoto e dos tremores; e
- **Disposição de Prontidão e Alívio:** Os Governos através das Unidades de Gestão de Calamidades e Mitigação e outras agências de socorro devem incorporar terremotos e tremores em seus projectos e operações e trabalhar através das fronteiras para coordenar e alinhar políticas, estratégias e planos de redução de risco de desastres. Os dados sobre os quais deve-se basear a concepção de tais medidas sensíveis devem incluir registos sísmicos como os disponíveis no Departamento de Geologia de Zâmbia.

## REFERÊNCIAS

- Dumisani J.H. 2001. Seismotectonics of Zimbabwe. African Journal of Science and Technology (AJST); Science and Engineering Series Vol. 1. No. 4, pp.22-28.
- Gough D.I., 1978. Induced Seismicity: The Assessment and Mitigation of Earthquakes, Risk- UNESCO 1978, 91-117.
- Kwangari M. J., 2017. The story behind Zimbabwe Earthquake. Sunday Mail, April 9, 2017.
- Lombe D.K. and Gift Chafwa, Undated. Country Report for Zambia. Lusaka: Geological Survey Department.
- Mapuranga V.P., 2014. Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Zimbabwe. Pretoria: University of Pretoria.
- Mavazhe P and Kwangwari M., 2013. Managing Waveform Data and Metadata for Seismic Networks: Seismic Observation Network in Zimbabwe. Harare: Meteorological Services Department.
- Nyambe I. A., 1993. Sedimentology, tectonic control and economic potential of the Sinakumbe Group (Ordovician to Devonian) and Karoo Super group (Permo-Carboniferous to Lower Jurassic) in the mid-Zambezi Valley, southern Zambia: PhD. Thesis, University of Ottawa. 425p.
- Reeves V. C., 1972. Rifting in the Kalahari? Nature, 237, 95- 96.
- United Nation Economic Commission for Africa (UNECA), 2015. Assessment report on mainstreaming and implementing disaster risk reduction in Southern Africa. UNECA, Addis Ababa, Ethiopia.



Figura 8: Um exemplo da Estação do Departamento de Pesquisa Geológica (GSD, Zâmbia) e inserção da inserção (Foto cortesia de Gift Chafwa, GSD)

The ZAMCOM Secretariat,  
128 Samora Machel Avenue  
P.O. Box CY 118, Harare Zimbabwe  
Tel: +263 4 253 361/3; Voip: +263 8677 00 313  
Email: zamcom@zambezicommission.org  
Website: www.zambezicommission.org