

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2024

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II



EDITORA
ARTEMIS
2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Alireza Mohebi Ashtiani
Imagem da Capa	Abstract Style Landscapes /123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juárez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, *Universidad del Pais Vasco, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – *Universidad de Oviedo, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II / Organizador Alireza Mohebi Ashtiani. – Curitiba, PR: Artemis, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-39-0

DOI 10.37572/EdArt_271124390

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ashtiani, Alireza Mohebi.

CDD 509

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

INTRODUÇÃO

A coletânea *Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II* reúne contribuições significativas nas áreas de geociências, engenharia e física, com um foco particular na análise e solução de problemas complexos em diferentes contextos e regiões do mundo. Os artigos apresentados neste volume abordam desde questões geológicas e ambientais até modelos matemáticos avançados aplicados a problemas práticos, evidenciando a diversidade e a riqueza dos desafios contemporâneos enfrentados por pesquisadores nas Ciências Exatas e da Terra.

O primeiro artigo, *Feições Erosivas em Vargem Alta (Espírito Santo, Brasil)*, trata das dinâmicas de erosão no município de Vargem Alta, com um olhar atento aos processos naturais e suas consequências para o meio ambiente local. Em seguida, *Análise de Estabilidade de Talude no Município de Vargem Alta (ES)* oferece uma análise detalhada sobre a estabilidade de taludes e suas implicações para a segurança das áreas urbanas e rurais afetadas.

No artigo *Contribuição para o Zoneamento de Risco de Inundações Urbanas no Município de Lichinga, Província de Niassa, Moçambique*, o foco se desloca para a aplicação de metodologias para o zoneamento de risco de inundações, um tema de grande importância para o planejamento urbano e a segurança das populações em regiões vulneráveis.

No trabalho *Paleocanais na Plataforma Continental Interna do Rio Grande: Evidências de Variações Eustáticas Durante o Quaternário*, os autores investigam as evidências geológicas de mudanças eustáticas, proporcionando uma compreensão mais profunda dos eventos climáticos e ambientais que marcaram a história do planeta.

No campo da geografia e da agricultura, *Consolidação de Terras Agrícolas (Estudo de Caso Russo)* apresenta um estudo de caso sobre a reorganização da agricultura em uma região da Rússia, discutindo a viabilidade de práticas de consolidação de terras para otimizar o uso da terra e aumentar a produção agrícola.

Seguindo para a física aplicada, o artigo *1D Space-Time Solution of the Species Diffusion Equation with Double Entry Boundary in Spherical Foods* explora soluções matemáticas para a equação de difusão de espécies, com aplicação no setor alimentício, focando na modelagem de processos dentro de esferas alimentícias.

Em seguida, *Modelo Matemático de Difracción en Región de Fresnel Convergente y Divergente de una Lente Esférica* apresenta um modelo matemático inovador para a difração da luz em lentes esféricas, contribuindo para o campo da óptica e suas aplicações.

Por fim, *Caracterización de los Efectos de una Fulguración Solar* discute os impactos de eventos solares extremos, com foco nas implicações para a física espacial e para a proteção de tecnologias modernas sensíveis, como satélites e sistemas de comunicação.

Como é possível observar, este volume é uma contribuição valiosa para o avanço das Ciências Exatas e da Terra, apresentando uma ampla gama de pesquisas que têm o potencial de influenciar práticas em diversas áreas, desde a mitigação de riscos ambientais até o desenvolvimento de novas tecnologias e abordagens inovadoras em várias disciplinas. A variedade de temas e abordagens evidenciam a complexidade dos desafios que os pesquisadores enfrentam atualmente e reforçam a importância da colaboração interdisciplinar para o progresso científico.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Alireza Mohebi Ashtiani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FEIÇÕES EROSIVAS EM VARGEM ALTA (ESPÍRITO SANTO, BRASIL)

Éder Carlos Moreira

Leonardo Coelho Fabrino Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243901

CAPÍTULO 2..... 15

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE TALUDE NO MUNICÍPIO DE VARGEM ALTA (ES)

Éder Carlos Moreira

Eric José Cerqueira Gonçalves

Thiago Curty Vimercati

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243902

CAPÍTULO 3..... 27

CONTRIBUIÇÃO PARA O ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÕES URBANAS NO MUNICÍPIO DE LICHINGA, PROVÍNCIA DE NIASSA, MOÇAMBIQUE

Americo José Fombe

Gustavo Sobrinho Dgedge

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243903

CAPÍTULO 4..... 47

PALEOCANAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE: EVIDÊNCIAS DE VARIAÇÕES EUSTÁTICAS DURANTE O QUATERNÁRIO

Laurício Corrêa Terra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243904

CAPÍTULO 5..... 56

AGRICULTURAL LAND CONSOLIDATION (RUSSIAN CASE STUDY)

Alexander Sagaydak

Anna Sagaydak

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243905

CAPÍTULO 6..... 64

1D SPACE-TIME SOLUTION OF THE SPECIES DIFFUSION EQUATION WITH DOUBLE ENTRY BOUNDARY IN SPHERICAL FOODS

Juan Ignacio González Pacheco

Mariela Beatriz Maldonado

Ariel Fernando Márquez Agüero

Paula Anabella Giorlando Videla

Leonel Nicolás Lisanti

Carla Rocío Zaragoza

Oscar Daniel Galvez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243906

CAPÍTULO 7 85

MODELO MATEMÁTICO DE DIFRACCIÓN EN REGIÓN DE FRESNEL CONVERGENTE Y DIVERGENTE DE UNALENTE ESFÉRICA

Esteban Andrés Zárate

Quintiliano Angulo Córdova

Marian Cristina Ricárdez Torres

Omar Morales Alejos

Israel Benjamín Sánchez Jiménez

José Adán Hernández Nolasco

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243907

CAPÍTULO 8..... 100

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS DE UNA FULGURACIÓN SOLAR

Guillermo Daniel Rodriguez

Ricardo Ezequiel Garcia

Leonardo José Navarria

Nicolas Quaglino

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243908

SOBRE O ORGANIZADOR.....112

ÍNDICE REMISSIVO 113

CAPÍTULO 3

CONTRIBUIÇÃO PARA O ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÕES URBANAS NO MUNICÍPIO DE LICHINGA, PROVÍNCIA DE NIASA, MOÇAMBIQUE

Data de submissão: 04/11/2024

Data de aceite: 22/11/2024

Americo José Fombe
Universidade Lúrio
Moçambique

Gustavo Sobrinho Dgedge
Universidade Pedagógica
Moçambique

RESUMO: As discussões e reflexões a cerca dos desastres naturais e configuração de áreas de risco, cada vez mais figuram-se como temas significativos, no meio académico, onde os processos, dinâmicas e relações que ocorrem nestes espaços são discutidos e pensados, tendo como foco tanto as populações envolvidas como o ambiente em questão. O trabalho foi feito por 1 estudante do doutoramento em geografia e 1 docente do mesmo curso. O principal objectivo foi de Desenvolver uma metodologia para o zoneamento do risco de inundações urbanas para o Município de Lichinga. Procurou-se defender uma abordagem onde a gestão do risco de inundação urbana deve combinar medidas estruturais e medidas não

estruturais com uma visão dos impactos na infra-estrutura e também na população, de modo a reflectir em como tornar as políticas existentes mais efectivas. O conhecimento do risco de inundação e das vulnerabilidades da população ou de determinada área, bem como da capacidade de resiliência, são importantes mecanismos de defesa. É nesse contexto que acções preventivas podem reduzir substancialmente os prejuizos causados pelas inundações. Entretanto, este é um problema complexo que sofre limitação de meios humanos e técnicos para o seu controle, bem como mudanças de comportamento e muitas vezes altos investimentos. Assim, como desafio para a gestão de riscos de inundações nas áreas urbanas, requerem-se acções integradas entre os entes estatais e ainda políticas de planeamento voltadas para a diminuição dos possíveis impactos socioeconómicos. Sendo ainda de fundamental importância aliar essas acções públicas com o engajamento político das comunidades vulneráveis, assegurando a sua participação activa, principalmente aquelas que estejam em locais de riscos, pois garante maior efectividade no uso das informações e na tomada de decisões, estabelecendo uma cultura de risco, que incorpore toda a sociedade. Dessa maneira, desde que haja dados cadastrais actualizados, a presente metodologia pode ser aplicada em qualquer município deste belo Moçambique.

PALAVRAS-CHAVE: Danos. Inundação urbana. Risco. Metodologia.

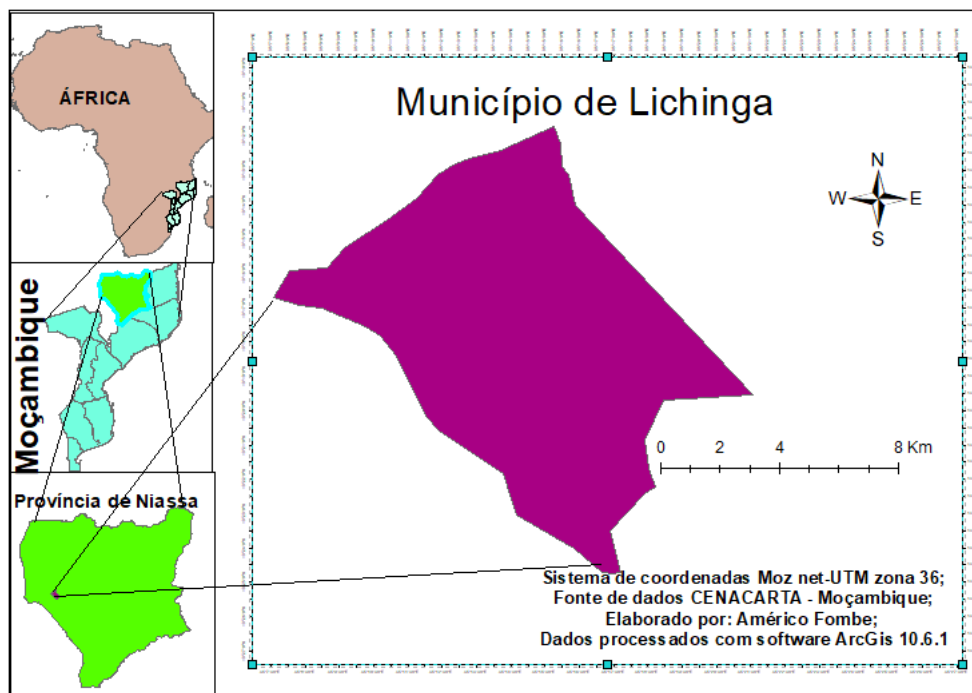
1 INTRODUÇÃO

As inundações são fenómenos de origem naturais inevitáveis, e nas últimas décadas, têm-se destacado na comunidade científica como um dos principais desastres de origem natural que afectam áreas urbanas, gerando impactos severos nas vidas humanas e nas infra-estruturas. Esses eventos, ao serem considerados como desastrosos, são o resultado de uma combinação de factores naturais e antrópicos, que, com o passar do tempo, têm-se intensificado devido às rápidas transformações ambientais e à crescente urbanização.

No caso do Município de Lichinga, é de extrema importância realizar investigações junto às populações expostas a esses riscos para compreender as motivações que as levam a ocupar áreas susceptíveis a desastres de origem naturais e avaliar seu conhecimento sobre as ameaças a que estão expostas. Este conhecimento é uma etapa fundamental na elaboração de planos de ordenamento do território e gestão de áreas de risco, contribuindo para a mitigação dos impactos negativos desses fenómenos em áreas urbanas.

2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

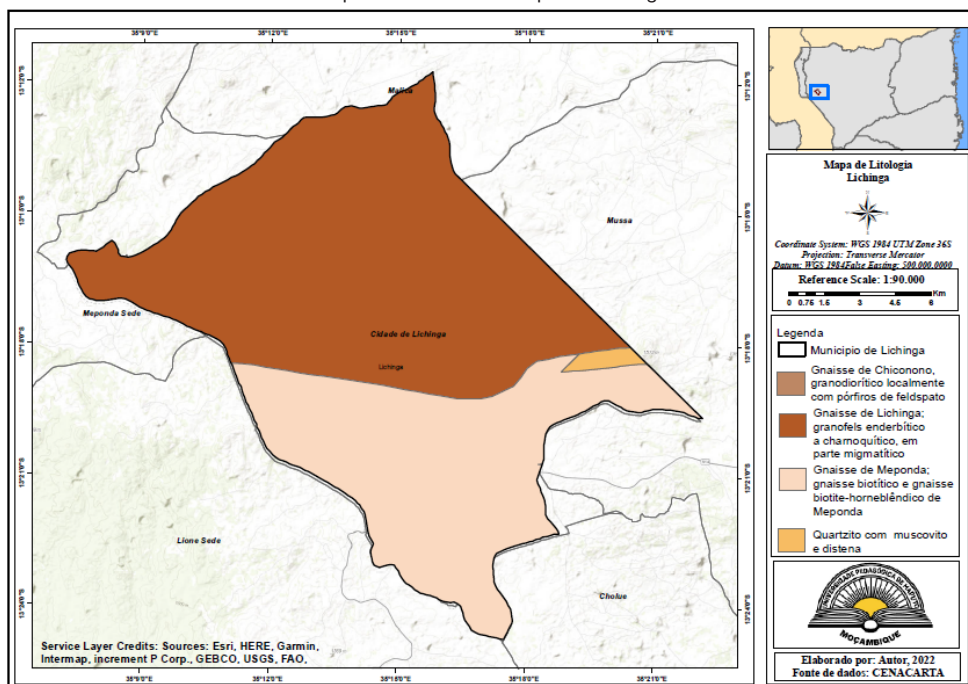
Mapa 1: Mapa da localização geografia do Município de Lichinga.



O Município da Cidade de Lichinga, cidade capital da província de Niassa, situa-se na região norte da República de Moçambique, entre as coordenadas 13,18 Latitude Sul e 34,14 longitude Leste, a uma altitude de 1.358 metros. Lichinga dista cerca de 50 km da margem Leste do Lago Niassa em linha recta e, consequentemente foram instituídos 4 Postos Administrativos e estruturados em 15 bairros comunais. Em termos de limites a cidade de Lichinga é contornada totalmente pelo distrito de Chimbonila, designadamente: a Norte pela localidade de Lussanhando, a Este pelos Postos Administrativos de Lione e Meponda, a Sul e a Este pela Sede do distrito de Chimbunila. Esta cidade, que é a capital da província do Niassa, faz entroncamento de estradas e testa da mais extensa via férrea do Corredor do Desenvolvimento Norte (CDN). (CMCL, 2014).

3 RELEVO DO MUNICÍPIO DE LICHINGA

Mapa 2: Relevo do Município de Lichinga.



A cidade de Lichinga possui uma morfologia característica de planalto, desenvolvendo-se na sua maioria no sentido Norte-Sul, com uma vasta superfície aplanada localizada na parte central, bem como se observam zonas de planícies interceptadas pelos principais cursos de água. Há ocorrência de declives escarpados, concentrando-se na sua maioria, na parte oriental, e a proliferação de blocos intrusivos resultantes de processos característicos da região. As altitudes variam de 980 m a 1520 metros.

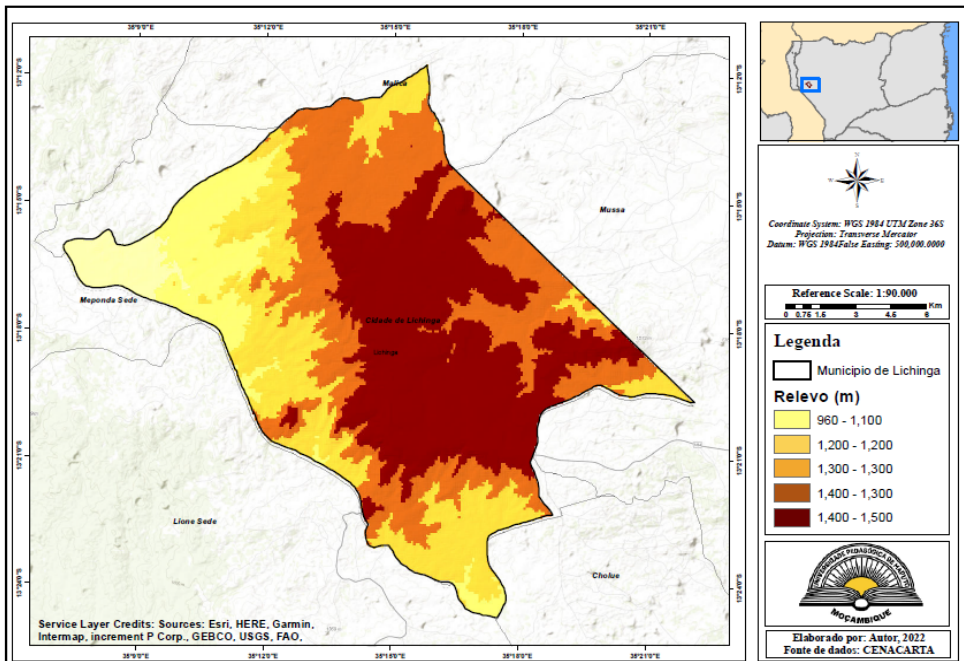
Em relação a necessidade de efectuar a ocupação urbana em observância as características do relevo, a partir de Shutzer (2012), as áreas non aedificandi constituem as terras ambientalmente sensíveis, de conservação ou primordiais à ocorrência de processos naturais, indicadas para ocupações “verdes”, por exemplo, as áreas junto às redes de drenagem natural, bem como as áreas de forte declividade.

Portanto, trata-se de áreas que podem ser indicadas para tipos de ocupação que atendem fundamentalmente a função ambiental, necessária aos equilíbrios ecológicos e à sobrevivência do Homem, bem como áreas que podem ser voltadas para a função produtiva, no exemplo do desenvolvimento da agricultura. Quanto às áreas edificáveis, tratar-se de terras em que é encorajado o desenvolvimento de edificações antrópicas (áreas urbanizadas).

Estudar a permeabilidade da litologia que compõe o território é algo significativo quando se trata de risco de inundações. A permeabilidade consiste na maior ou menor capacidade de uma rocha permitir a passagem de água, sem alterar a sua estrutura. Quanto mais permeáveis forem as rochas maior é a infiltração e, conseqüentemente, menor é o escoamento superficial. Por outro lado, quanto mais impermeáveis forem as rochas, menor é a infiltração e, a escorrência será maior, influenciando as águas à superfície.

4 HIPSOMETRIA

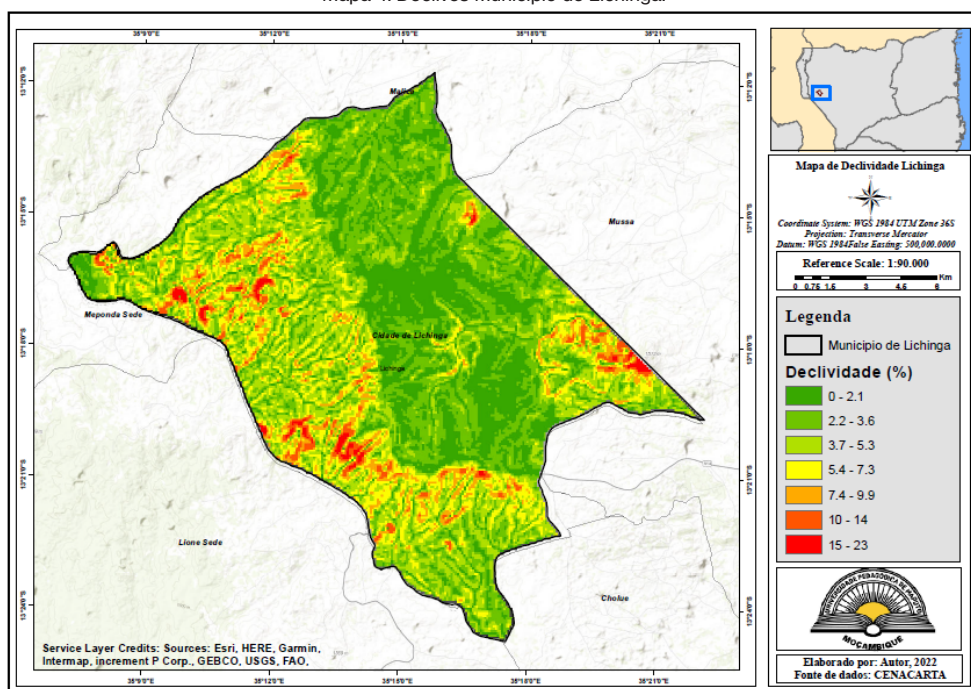
Mapa 3: hipsometria do Município Lichinga.



O território está localizado numa região altiplanáltica com uma altitude variando entre 960 a 1.380 metros acima do nível do mar. É predominado por interflúvios, encostas médias e superiores e vales dos rios. Usando a classificação sistemática de avaliação da aptidão física dos solos de Filho e Beek (1995), podemos dizer que a maior parte da sua extensão territorial é formada por terras caracterizadas entre pouca a moderada susceptibilidade à erosão, isto é, o território é predominado por superfícies com declives que variam entre 0 e 13%. É nesta superfície do território (declividade entre 0 e 13%) que está localizado o principal ambiente construído da cidade de Lichinga (uso habitacional).

5 DECLIVES

Mapa 4: Declives Município de Lichinga.



O ambiente SIG do ArcGIS foi seleccionado para a criação e utilização dos mapas, compilação de dados geográficos e para a análise das informações mapeadas. Os *softwares* utilizados para a geração da modelagem hidrológica (HEC-HMS) e hidrodinâmica (HEC-RAS) constituem a metodologia adoptada para identificar as áreas de perigo de inundação no perímetro urbano, conforme será detalhado.

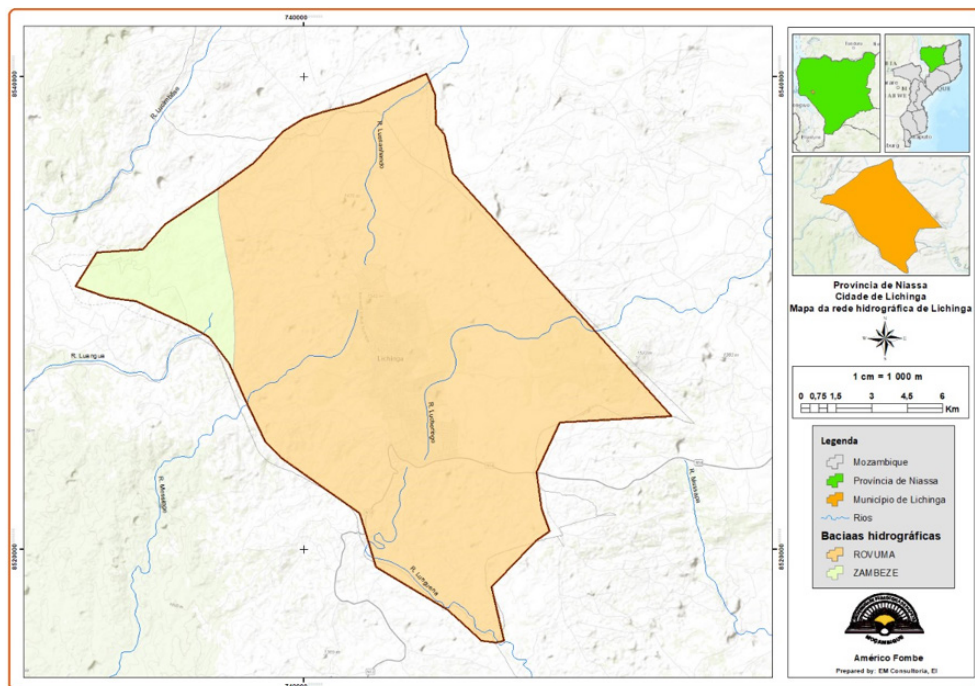
Por meio da aplicação das técnicas e ferramentas do ArcMap 10.6.1 foi gerado o Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de estudo, utilizando-se a base cartográfica do perímetro urbano, do Município de Lichinga.

A geração do modelo digital do terreno foi o primeiro procedimento para a geração do modelo para gestão de riscos de inundações urbanas na área de estudo, resumido na sequência metodológica.

A maior bacia hidrográfica que banha o território da cidade é a do Lucheringo que tem como afluentes em território da cidade, os rios Namacula, Nangala e Mitava. Devido ao tipo de clima que é tropical, caracterizado por apresentar duas estações distintas ao longo do ano (seca e chuvosa) os rios são de regime periódico isto é, apresentam caudais consideráveis na época chuvosa entre os meses de Novembro a Abril. E devido ainda à morfo-estrutura como referimos, caracterizada por interflúvios, encostas superiores e vales, os rios apresentam na maior parte dos seus percursos fluxos turbulentos que favorecem o aumento da velocidade de progressão das cheias.

6 REDE HIDROGRÁFICA

Mapa 5: Rede hidrográfica do município de Lichinga.

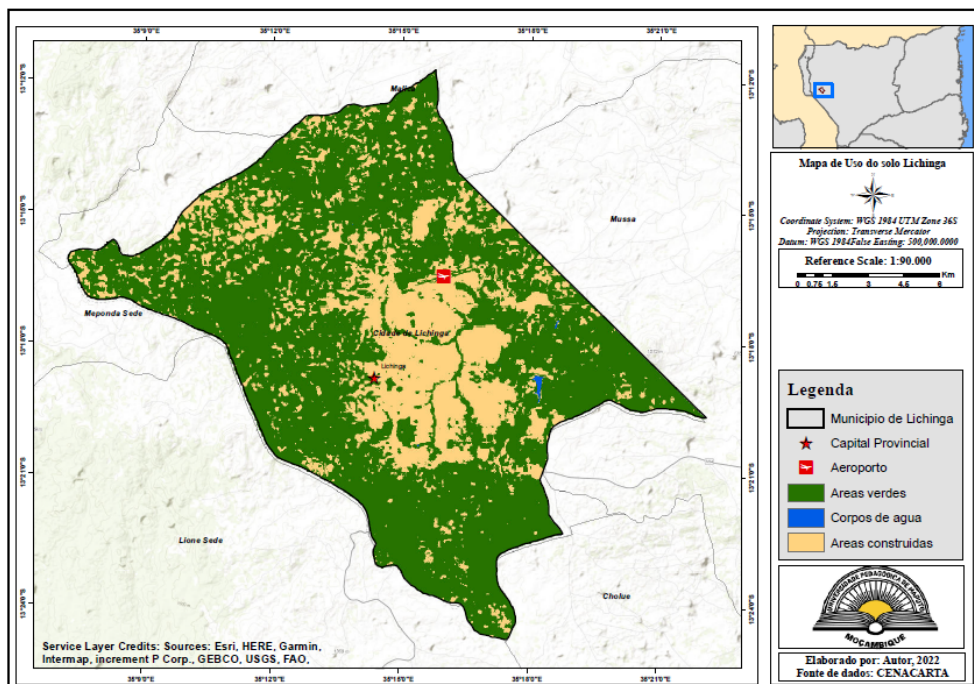


Devido ao predomínio de formações geológicas de rochas ácidas, ocorrem na cidade de Lichinga solos argilosos vermelhos óxicos. São solos profundos, de boa drenagem e de matéria orgânica entre baixa a moderada. As suas limitações agroecológicas são a fixação de fósforos e a baixa fertilidade. Nas formações geológicas

com predomínio de superfícies montanhosas, ondulações superiores a 30% e zonas erosionadas ocorrem solos líticos (leptosolos, solos franco-arenosos, castanhos e pouco profundos (0-30 cm), possuem uma drenagem excessiva e matéria orgânica entre baixa a moderada. As suas principais limitações são a pouca profundidade e o risco maior de erosão.

7 SOLOS

Mapa 6: Solos do Município de Lichinga.



A variação das características e propriedades do solo em dado local guarda relação com as componentes do ambiente circundante, os processos genéticos de formação do solo. Neste sentido, a qualidade e característica do solo num dado local será o resultado de factores naturais e antrópicos.

O solo constitui um sistema heterogéneo e anisotrópico, isto é, ocorrem variações laterais no corpo do solo que são progressivas e descontínuas e, por outro lado, em profundidade o solo se diferencia em camadas mais ou menos paralelas à superfície denominadas horizontes. Assim, o conhecimento da variabilidade espacial dos solos, seu detalhamento, é fundamental, especificamente para fins de orientação dos usos e ocupação do solo. Contudo, neste trabalho apresentamos uma caracterização dos solos muito generalizada, pela ausência de dados.

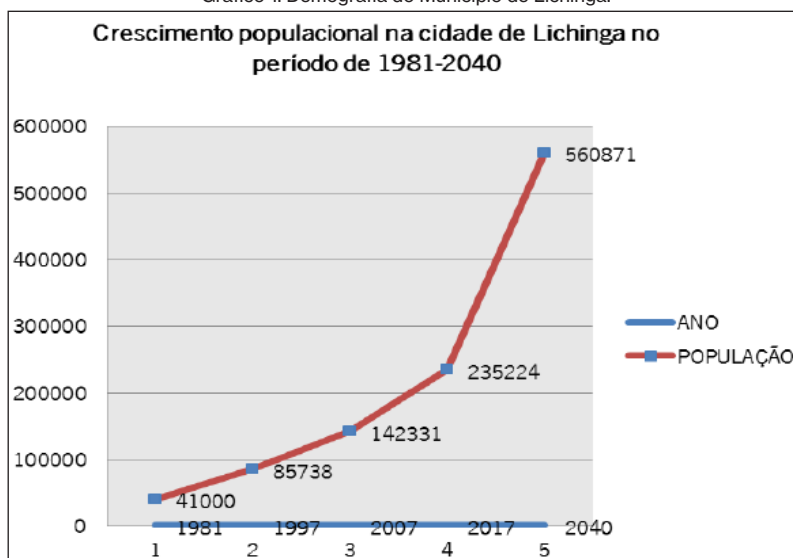
Para Muchangos (1999), segundo a localização geográfica e astronómica, Moçambique possui uma grande diversidade de solos típicos das regiões tropicais e subtropicais. A repartição territorial dos solos corresponde, em grande medida, à estrutura geológica e climática de Moçambique, sendo também influenciado pela altitude, topografia e continentalidade.

De maneira geral, na composição mineralógica dos solos moçambicanos predominam materiais ferruginosos e aluminosos, sendo por isso, considerados pedalféricos ou ferralíticos. Estes solos são também chamados latossolos pela frequência de sua ocorrência sob a forma de material endurecido conhecido por laterite. Nas regiões de grande altitude (no exemplo da cidade de cidade de Lichinga) os solos contem laterites ou material latérico. Estes solos são, de maneira geral, ricos sob o ponto de vista agrícola. É nestes solos típicos que se desenvolvem as culturas de maior significado económico, tais como o milho, tabaco, chá, algodão e fruteiras.

Segundo a interpretação da carta temática de solos a cidade de Lichinga é caracterizado pela predominância de solos argilosos vermelhos tóxicos, cobrem a maior parte da cidade de Lichinga, numa área de 212 km².

8 DEMOGRAFIA

Gráfico 1: Demografia do Município de Lichinga.



De acordo com o Instituto Nacional de Estatística em 2017 o Município de Lichinga possuía uma população com 204 720 habitantes, um valor que corresponde a um aumento do efectivo na ordem dos 65% quando comparado com o tamanho da

população registado em 2007 (INE, 2010a). No entanto, Lichinga é a cidade com menor densidade populacional entre as cidades capitais das províncias do Norte do país e está entre as seis cidades capitais provinciais de Moçambique com densidade populacional inferior a 1.000 hab./km².

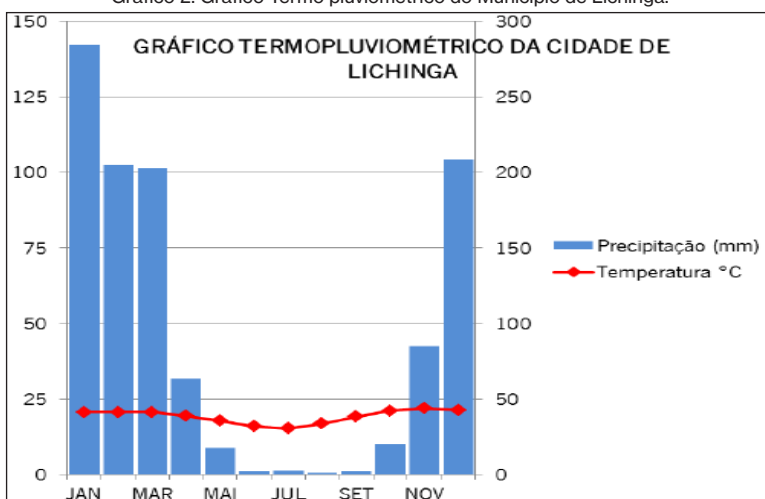
A compreensão da composição e dinâmica da população, bem como o entendimento dos aspectos económicos do Município da Cidade de Lichinga são relevantes no apoio à fundamentação dos pressupostos deste artigo, especificamente.

Na cidade de Lichinga, de entre os vários grupos etnolinguísticos que habitam esta cidade, destacam-se os Yao ou Ajaua. Como caracteriza Loureiro, o grupo etnolinguístico Ayao constitui a larga maioria no planalto e na cidade, seguido de agrupamentos minoritários, os nianjas, os macuas, havendo a registar um pequeno grupo de angones. Os Ayao mantinham relações comerciais com os árabes de Quíloa e, a partir do séc. XVII, com os portugueses estabelecidos na Ilha do Ibo e na Ilha de Moçambique, vendendo-lhes escravos e marfim.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estatísticas (INE), em 37 anos, entre 1980 e 2017, a população da cidade de Lichinga teve um aumento de pouco mais de 470%, isto é, a população quase quintuplicou nesse período. Em 1980 a população da cidade de Lichinga era de 41.000 habitantes, passando para 85.738 em 1997, dez anos depois passou para 142.331 habitantes. Segundo dados de projecção da população, o tamanho da população na cidade de Lichinga será de 235 224 habitantes, em 2017 e, mais que duplica 23 anos depois, passando para 560 871 habitantes.

9 CLIMA

Gráfico 2: Gráfico Termo pluviométrico do Município de Lichinga.



Em termos zonais, distinguem-se em Moçambique quatro tipos de clima, do tipo tropical nomeadamente: clima tropical modificado pela altitude, tropical húmido, tropical seco e tropical semiárido. Dada à sua localização, o clima da cidade de Lichinga é o que corresponde à situação do território na zona intertropical e numa área de planalto. Assim, o clima da cidade de Lichinga é classificado como Tropical húmido modificado pela altitude, caracterizado por apresentar duas estações nítidas ao longo do ano, uma quente e chuvosa (de Outubro a Março) e outra fria e seca (de Abril a Setembro), apresenta temperaturas médias anuais inferiores a 18oC e precipitação superior a 1200, chegando a atingir os 2000mm (MINED, 1986 e MUCHANGOS, 1999).

Face às características gerais dos tipos de clima, segundo Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA), a cidade de Lichinga está inserida na zona agroclimática Norte do rio Zambeze, caracterizada por disponibilidade de água para as culturas nas épocas das chuvas, com mais de 80% de probabilidades das necessidades mínimas de água ser suficiente para todo o ciclo vegetativo, ou seja, somente dois em cada 10 anos podem ocorrer problemas de défice hídrico. (MICOA, 2002). A variação temporal da precipitação na cidade de Lichinga permite verificar que ao longo do ano registam-se 4 meses (Junho-Setembro) em que os valores de precipitação são críticos para o desenvolvimento das culturas.

10 CONTRIBUIÇÃO PARA O ZONEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE LICHINGA

A contribuição para o zoneamento do Risco de Inundação no Município de Lichinga parte do pressuposto que as relações ambientais e socioeconómicas são interdependentes, ou seja, os impactos negativos e positivos devem ser estudados levando-se em conta os factores ambientais e socioeconómicos do espaço referido.

A contribuição foi elaborada e pensada de acordo com as especificidades do Município de Lichinga. Considerando que cada lugar possui dinâmicas e características particulares, esta tese almejou adequar uma metodologia já consagrada pelo CNPMS/ EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisas do Milho e Sorgo), com a realidade local, tanto física/ambiental como socioeconómica.

Segundo AGRA (2016), cada município tem as suas respectivas funções de ordenamento do espaço urbano, através de zoneamento, uso e ocupação do solo, dentre outras. Com isso, esses instrumentos devem conter previsões normativas variadas, desde as relacionadas às condições de acesso dos cidadãos aos direitos básicos de moradia, protecção ao meio ambiente e património natural; até aquelas que tratam dos aspectos sociais, históricos, culturais, económicos e políticos.

Segundo XAVIER DA SILVA, J. (2004), entender o ambiente, de acordo com uma visão sistêmica e com características dinâmicas, é aquela que o apresenta como um produto do intercâmbio entre factores físicos, bióticos e socioeconómicos, actuando de forma convergente na sua caracterização como fenómeno perceptível.

A vantagem desse tipo de estrutura metodológica é que a qualquer momento existe a possibilidade de actualização dos dados relativos a algum plano de informação, possibilitando grande dinâmica em relação a escala temporal.

Os estudos voltados à compreensão dos problemas decorrentes da relação sociedade-natureza no ambiente urbano buscam embasamento nas leituras que priorizam uma aproximação com a visão complexa da realidade, no anseio de identificar e compreender as inter-relações entre os factores sociais e ecológicos, locais ou regionais, que dão forma e ao mesmo tempo são formados pela dinâmica socioambiental urbana (COELHO, 2004; MENDONÇA, 2004).

Para os habitantes das áreas urbanas mais pobres, as inundações constituem uma ameaça constante. Por todo o mundo, as vidas dos pobres são marcadas pelos riscos e vulnerabilidades provocados por um clima incerto (PNUD, 2015).

Nesse sentido, verificamos o quanto as inundações são destrutivas, principalmente para as classes sociais menos favorecidas, com salários que não permitem condições para a sobrevivência. Ocorre a perda de moradias, interrupções nos transportes, problemas com saneamento básico, maior violência e agitação social, perda de bens e empregos, o que pode ter um grave efeito psicológico nas pessoas, levando, às vezes, à depressão.

11 A CONTRIBUIÇÃO COMPREENDE SEIS ETAPAS DISTINTAS, A SABER

- I – Definição das Alternativas de Planeamento;
- II – Definição dos Cenários de Descobertas;
- III – Definição da Escala das Actividade;
- IV – Qualificação e Quantificação dos Riscos e dos Impactos Ambientais;
- V – Definição das Medidas Mitigadoras Prioritárias;
- VI – Revisão da Quantificação dos Riscos e dos Impactos Ambientais considerando-se a adopção das medidas mitigadoras prioritárias.

12 METODOLOGIA DE CAMPO

Se tratando de uma contribuição para ser aplicada em áreas territorialmente seleccionadas, estima-se que informações deverão ser colectadas in loco, a partir dos instrumentos metodológicos elaborados pelos pesquisadores. As visitas de campo

possibilitam agregar as informações adquiridas nas pesquisas em bases de dados. A equipe de campo deve ser constituída de pelo menos: **3** profissionais de engenharia civil para propor e quantificar as soluções técnicas visando a mitigação dos riscos de inundações urbanas neste Município de Lichinga; **4** Geógrafos para avaliação Geomorfológico dos locais que têm sido frequentemente e gravemente afectados pelas inundações e colaborar na análise de soluções técnicas para estas zonas de risco.

13 IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS COMUNIDADES VULNERÁVEIS NA GESTÃO DE RISCOS

A boa gestão de inundações pode beneficiar muito com a participação dos envolvidos. Para esse efeito, a acção de reduzir os riscos de inundações deve ser elaborado através de um processo participativo que passa por identificar as informações, experiências e métodos que diferentes autores podem fornecer e depois projectar as medidas concretas, usando a experiência e conhecimento. A gestão do risco de inundações deve ser caracterizada como participativa, compartilhada, continuada e fortemente solidária, para aplicação na comunidade, com objectivo de melhorar o ambiente e o bemestar do ser humano. Como tal, o sucesso na gestão de áreas de risco de inundações depende da selecção das medidas adequadas com base em características físicas e morfológicas das áreas afectadas, das condições económicas e sociais, políticas e do condicionamento ambiental e planeamento deste mesmo risco (Costa, et al., 2014).

14 O PROCESSO DE INUNDAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE LICHINGA

As inundações urbanas ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual rios e canais urbanos transbordam para o seu leito maior, devido ao aumento súbito ou gradual da vazão da água no leito menor, este tipo de evento é decorrente de processos naturais do ciclo hidrológico, sendo observado tanto nos espaços urbanos quanto nos espaços rurais, (TUCCI, 2012; 2008).

No Município de Lichinga, as cheias (enchentes) dos rios e, conseqüentemente, as inundações são causadas pelas precipitações e pelo escoamento superficial gerado pela impermeabilização do solo. As águas superficiais urbanas são conduzidas até nos cursos de água, em períodos de maior vazão, ocupam o seu leito maior ou, ainda, as planícies de inundações. No entanto, e porque a população ocupa as planícies de inundações, os problemas são frequentes e as conseqüências são desastrosas.

As chuvas com alta intensidade e curta duração produzem problemas ainda mais graves, associadas às características do relevo bem como ao uso e à ocupação do solo

urbano. O número de inundações e a amplitude dos fenómenos, além dos problemas socio-ambientais que emergem da complexa relação sociedade - natureza no espaço urbano, são aspectos observados sob a óptica da gestão dos riscos de desastres.

Para este estudo podemos afirmar que para o Município de Lichinga, os processos responsáveis para a inundação urbana são os índices de vulnerabilidade social que produzem os níveis críticos de risco de inundação, mensurados e demonstrados nesta tese. O conjunto de atributos sociais foi considerado na escala espacial dos sectores censitários urbanos, em que os processos produtores da vulnerabilidade social e os fenómenos do perigo de inundação se inter-relacionam, se integram e se manifestam no sistema ambiental urbano em Lichinga. Com base nos resultados deste estudo, destaca-se que a vulnerabilização dos sujeitos é agravada por um processo de urbanização, sobretudo nas zonas de riscos a inundação.

O crescimento do número de domicílios formais e assentamentos informais ao longo das áreas de inundação dos rios urbanos do Município de Lichinga integra o mesmo fenómeno responsável pela produção dos riscos e das vulnerabilidades e evidenciam a emergência dos problemas socioambientais identificados.

15 OS FACTORES DE RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE LICHINGA

As inundações em áreas urbanas são fenómenos conhecidos por provocarem um cenário de muitos prejuízos, bem como, por produzirem desalojamentos e até fatalidades, todavia, as consequências indesejáveis produzidas pelas inundações não devem ser atribuídas somente às chuvas, mas principalmente às interferências humanas no meio ambiente. Embora existam diversos estudos que tratem do tema inundações, verifica-se que cada lugar carrega suas particularidades, assim, um dos primeiros factores relacionados com as inundações no Município de Lichinga são as fortes chuvas, que muitas vezes ocorrem repentinamente.

No Município de Lichinga 8 bairros são atingidos frequentemente pelas inundações que representa um grave risco para as populações, em especial para as de baixa renda que ocupam as faixas marginais dos cursos de água. A inundação urbana se coloca como um desafio ao desenvolvimento, suas causas estão mudando e os seus impactos estão se tornando cada vez mais acelerados.

Muitos são os factores que interferem nos eventos de inundação no município de Lichinga, estes vão desde a vulnerabilidade da população, a estrutura das habitações, sistema de drenagem urbana das águas pluviais, a oferta dos recursos naturais, impactos inter-relacionados, ocupação de áreas de risco, eventos naturais e antrópicos.

16 AVALIAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE LICHINGA

Existe um conflito entre urbanização, desenvolvimento e ambiente, que devido à rápida expansão da mancha urbana sem infra-estrutura básica causa o aumento da exposição aos riscos e perigos ambientais, sendo as famílias instaladas em áreas vulneráveis uma das principais causas das inundações atingirem a população neste Município de Lichinga.

Segundo SILVA (2007), uma das causas das inundações é o escoamento pluvial. Os impactos produzidos nas áreas urbanas ocorrem devido a dois factores: as inundações de áreas ribeirinhas e a urbanização, os quais podem ocorrer tanto simultaneamente como separadamente. O primeiro caso, é um processo natural do ciclo hidrológico e ocorre principalmente devido a ocupação de áreas de várzea por populações de baixa renda.

De modo geral, o risco baseia-se em dois elementos fundamentais para sua definição: o perigo, que é o potencial impacto, um fenómeno ou uma actividade humana; e a vulnerabilidade, sendo esta o grau de susceptibilidade dos elementos expostos a essa fonte de perigo. O mapeamento das áreas atingidas por eventos anteriores serve para a elaboração do perigo encontrado na área de estudo pois um histórico de eventos caracteriza um maior grau de risco para área, sendo o monitoramento dos eventos de inundação importante tanto para estudos hidrológicos como para a avaliação das áreas de risco de desastres naturais relacionados a inundações no município de Lichinga.

A avaliação do risco de inundação no município de Lichinga foi elaborada a partir de dois índices básicos, a declividade do terreno e a distância para os corpos de água. Estes índices foram adquiridos a partir de dados cartográficos básicos e manipulados em ambiente SIG na escala 1:2000, sendo estes os pontos cotados e as curvas de nível. A partir destes dados foi possível criar o Modelo Digital de Elevação (MDE), do qual foi gerado um mapa de declividade do município. Os critérios utilizados na avaliação dos riscos foram hierarquizados em cinco classes conforme sua susceptibilidade a inundações. As Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam a divisão aplicada para este estudo. As classes foram definidas baseando-se nas características físicas da área estudada, assim como em seu histórico, tendo em vista que a área urbana do município é predominantemente planáltica foi necessário definir intervalos de classes menores que em outros estudos, para assim ser mais compatível com o histórico municipal, o mesmo critério foi utilizado para as classes de distância dos corpos hídricos.

Tabela 1: Classes de risco de evento hidrológico extremo quanto as classes de declividade.

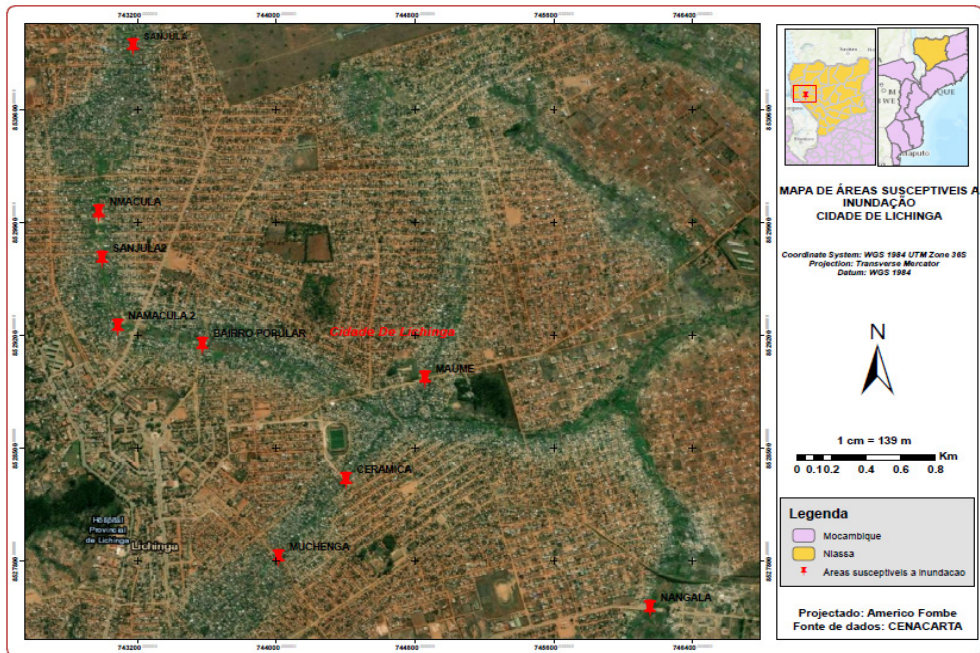
Declividade	Classe
> 30 %	Muito baixa
De 15 % a 30 %	Baixa
De 6 % a 15 %	Média
De 2 % a 6 %	Alta
< 2 %	Muito alta

Tabela 2: Classes de risco de evento hidrológico extremo quanto a distância de corpos hídricos.

Declividade	Classe
> 1000 m	Muito baixa
De 500 m a 1000 m	Baixa
De 100 m a 500 m	Média
De 50 m a 100 m	Alta
< 50 m	Muito alta

17 ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÕES

Mapa 7: Áreas de riscos de inundações no Município de Lichinga.



Observando o mapa 7 é possível perceber fragmentos da área urbana inseridos em áreas de risco, demonstrando a importância deste tipo de avaliação para a espacialização

das áreas de maior susceptibilidade a inundação, servindo assim de subsídio para acções dos órgãos competentes tanto no planeamento urbano como no auxílio em momentos de eventos extremos.

Com os critérios de classificação das classes de risco de inundação definidos nesta tese foi possível caracterizar de forma mais precisa e heterogénea a área municipal, encontrando assim áreas mais específicas onde as características físicas demonstram uma maior susceptibilidade a ocorrência de inundações, as quais apresentam grande relação com as áreas afectadas pelo evento de 2018 a 2020, por estas estarem predominantemente inseridas em zonas de classificação de perigo alto, as quais são caracterizados por pequenas declividades no terreno e por estarem próximas a corpos hídricos. As delimitações das áreas afectadas servem como medidas de subsídio para a municipalidade em programas de gestão e planeamento,

Porém, é necessária haver uma base de dados para todos os eventos que atingirem o município, para assim poder haver uma continuidade nos estudos gerando assim planos de prevenção a desastres naturais. Embora não seja possível evitar este tipo de evento, pode-se por meio de medidas preventivas minimizar seus efeitos para que não se tornem grandes catástrofes. Evitar um desastre natural é mais económico do que reconstruir as zonas afectadas.

18 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA DO MUNICÍPIO DE LICHINGA

A Influência económica é bastante reduzida comparada com outras capitais provinciais. É uma cidade dependente, sobretudo da cidade de Nampula, como terminal do Corredor de Nacala. Lichinga é uma cidade com características económicas eminentemente agrícolas. Possui pequenas indústrias de processamento primário de produtos agrícolas. A rede de infra-estruturas é ainda incipiente.

O marco de expansão urbana na cidade de Lichinga na década de 90 foi o aparecimento do bairro de Namacula e a intensificação do processo de ocupação da planície de inundação dos rios Muchenga e Namacula. À semelhança dos factores de motivação que levaram à expansão desordenada dos bairros Sanjala, Popular, Muchenga e Cerâmica, na década anterior, de 2000 para cá, surge o bairro conhecido por “Nangala” e a expansão dos bairros existentes, através da ocupação intensiva de áreas inundáveis da planície aluvial dos rios Muchenga, Namacula e Lucheringo, e ainda a ocupação de algumas áreas com vertentes declivosas como é o caso da expansão do bairro de Nzinjé em direcção ao rio com o mesmo nome.

Foto 1: Construções nas áreas inundáveis.



Devido à informalidade que sempre caracterizou o processo de aparecimento de novos aglomerados populacionais no Município de Lichinga a maioria das famílias nelas instaladas vive desprovida de grande parte dos serviços básicos urbanos como sejam o acesso a água e saneamento seguros. Para citar alguns exemplos, a principal fonte de água para o consumo das famílias é o poço a céu aberto e a latrina tradicional não melhorada é o principal tipo de serviço sanitário. Os resíduos sólidos (lixo) são depositados nas valas de drenagem abertas pelos próprios moradores para permitir o escoamento das águas pluviais.

A localização destes aglomerados em áreas inundáveis, onde as famílias vivem privadas de serviços de água e saneamento seguros, representam os principais perigos ou ameaças com que as populações se deparam e que podem ser resumidos em:

- (i) Destruição de infra-estruturas (casas, latrinas e poços) devido ao tipo e qualidade do material e técnicas usadas na edificação das mesmas (por exemplo: o adobe e o capim);
- (ii) O surto e a frequência de doenças de origem hídrica resultante do consumo de água dos poços a céu aberto e;
- (iii) A eclosão da malária pela proliferação dos focos de reprodução e propagação do mosquito, como os casos de águas estagnadas nas valas de drenagem e águas negras das latrinas tradicionais não melhoradas.

Actualmente, podem ser distinguidos no Município de Lichinga quatro tipos de usos do solo principais, designadamente: (1) cultivo agrícola e áreas arbustivas, (2) a floresta e as plantações florestais, (3) as áreas húmidas e (4) o uso habitacional.

A vulnerabilidade da população à inundações, principalmente nos centros urbanos, deve-se em grande medida a factores como o crescimento acelerado da população urbana, o estado de pobreza de grande parte da população de Lichinga, a carência e distribuição irregular de infra-estruturas e serviços sociais básicos (habitacionais, rodoviárias, abastecimento de água e saneamento básico). São no geral estes os factores responsáveis pela ocupação informal e desordenada de áreas potencialmente inadequadas, principalmente para fins habitacionais, como as planícies de inundações e encostas declivosas susceptíveis a movimentos de terras. O comportamento climático da região (planalto de Lichinga) e a estrutura geomorfológica são factores chaves para a ocorrência de inundações.

O clima da região é caracterizado por chuvas intensas, prolongadas e concentradas no tempo (com 70% da pluviosidade total anual concentrada nos meses de Dezembro a Fevereiro) e a estrutura geomorfológica caracterizada pela predominância de interflúvios, encostas superiores e vales é, em grande medida, um dos determinantes para que a superfície da cidade tenha uma rede de drenagem densa e que os cursos de água como Namacula, Muchenga e Lucheringo atinjam com alguma frequência caudais excepcionais e consequentes ocorrências de cheias e inundações.

Devido ainda à sua estrutura geomorfológica, como a existência de uma extensa área topograficamente deprimida que circunda o centro da cidade, a inundações na cidade é resultado da combinação entre os processos de transbordo do volume das águas dos rios nela localizados (Namacula, Muchenga e Lucheringo), da subida do lençol freático e da impermeabilização das superfícies dos solos decorrentes das actividades humanas (construções desordenadas).

A localização do centro da cidade junto ou na proximidade das referidas planícies é de longe o principal factor da sua conversão em assentamentos humano, pois aí estão

localizadas grande parte das infra-estruturas, equipamentos e serviços sociais. O uso ainda inadequado e desordenado do solo urbano, caracterizado pela ocupação de planícies de inundação para fins habitacionais, e as práticas inadequadas de saneamento básico, como o depósito de resíduos sólidos nos cursos de água, constituem factores de destaque para o agravamento e a ampliação da inundação na cidade.

A localização de assentamentos humanos em zonas de susceptibilidade à ocorrência de inundação, a qualidade do material básico de construção das habitações (adobe e capim), o uso de poço a céu aberto, como fonte básica de água para o consumo, e a latrina tradicional não melhorada, como tipo de serviço sanitário básico na habitação, constituem aspectos ou elementos básicos que elevam o grau de exposição dos elementos essenciais (habitação e saúde humana) das famílias ao risco de inundação.

Pode-se dizer que, ao nível do Município de Lichinga, a susceptibilidade associa-se sobretudo ao clima e à Geomorfológico; a vulnerabilidade (grau de perda), a formas inadequadas de ocupação e de uso do solo urbano e as estruturas sócio-demográfica e económicas das famílias determinam “baixa” resiliência (capacidade de antecipar, actuar, resistir e recuperar).

19 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Contribuição para o Zoneamento do Risco de Inundações Urbanas no Município de Lichinga, representa um desafio complexo, pois não se trata apenas de preservar recursos naturais ou utilizar medidas estruturais, mas também assegurar condições de vida digna à população, juntamente com o estímulo ao processo de desenvolvimento, ou seja, é preciso pensar na gestão do risco de inundação no meio ambiente urbano sob o prisma de uma estratégia sustentável.

BIBLIOGRAFIA

COELHO, A. M. (2004). *Fatores sociais e ecológicos na dinâmica urbana. Revista Brasileira de Urbanismo.*

Costa, et al. (2014). *Gestão de áreas de risco de inundações: análise de medidas com base em características físicas e socioambientais. Revista Geociências.*

Conselho Municipal da Cidade de Lichinga, 2014.

Instituto Nacional de Estatística 2017.

MENDONÇA, F. (2004). *Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade.* In: MENDONÇA, F. (Org.). *Impactos socioambientais urbanos.* Curitiba: Editora da UFPR.

Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental, 2002.

Muchangos, L. (1995). *Impactos socioambientais da urbanização em Moçambique: Estudo de caso em Maputo*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Portal de Monografias da Universidade Eduardo Mondlane. Acesso em 8 de outubro de 2024.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). (2015). *Relatório sobre Desenvolvimento Humano e Mudanças Climáticas*. Nova Iorque: PNUD.

Ramalho Filho, A., & Beek, K. J. (1995). *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras* (3ª ed.). Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS.

Silva, L., & Zaidam, F. (2004). *Sustentabilidade e planejamento urbano: A urbanização e seus impactos ambientais*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Tucci, C. E. M. (2002). *Gestão da drenagem urbana*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alireza Mohebi Ashtiani possui graduação em bacharelado em Matemática, Matemática Aplicada, pela Amirkabir University of Technology (Polytechnic of Tehran), Teerã/Irã (2003), mestrado em Matemática Aplicada pelo Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan/Irã (2005) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) na área de Automação (2012). Foi bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC/UNICAMP) e bolsista de Pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/UNICAMP). Desde 2013 é docente vinculado ao Departamento Acadêmico de Matemática do Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e atualmente, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procopio.

Alireza Mohebi Ashtiani

<http://lattes.cnpq.br/5025709771742662>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultural land consolidation 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63

B

Boundary conditions 64, 65, 69, 70, 72, 74, 80, 81

C

Climatología 100, 102, 109, 110

Convolución 85, 86, 89, 92, 94, 98

D

Danos 15, 16, 27

Deslizamentos 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24

Difracción 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

E

Effective diffusivity 65, 66, 67, 69, 79, 82

Espacial 33, 39, 87, 88, 100, 102, 109, 110

F

Feições erosivas 1, 2, 7, 9, 10, 12, 13

Fresnel convergente y divergente 85, 86, 87, 91, 93, 94, 96

Fulguración 100, 102, 104, 106, 109

G

Geotecnia 13, 15, 26

H

Hollow spherical foods 65, 81

I

Inundação urbana 27, 38, 39

Ionosonda 100, 104

L

Land market 56, 57, 60, 61, 62

M

Magnetómetro 100

Mass diffusion 65

Mathematical model 64, 65, 66, 81, 86

Metodologia 7, 17, 27, 31, 36, 37, 50, 65

Movimentos de massa 1, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 23, 24

P

Paleocanais 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54

Q

Quaternário 47, 48, 50, 52, 53, 54

R

Rent regulation 56

Republic of Kalmykia 56, 61, 63

Riometro 100, 107, 108, 109, 110

Risco 5, 7, 20, 26, 27, 28, 30, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45

Riscos geológicos 15

Russia 56, 57, 58, 59, 62, 63

S

Simulación computacional 85, 86, 95, 96

Sísmica de alta resolução 47

Sol 100

U

Uso e ocupação do solo 1, 10, 11, 36

V

Variações Eustáticas 47, 48, 49, 52, 53, 54