Coordenadores:

Luciano Lourenço

Adélia Nunes

Riscos Hidrometeorológicos

RISCOS

**Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança
Coimbra, 2018**

Os riscos hidrológicos e, em certos casos, os riscos meteorológicos estão associados à presença de água, em qualquer um dos seus estados: sólido, líquido ou gasoso e, quando tal acontece, podem ser tratados em conjunto, como é o caso nesta obra.

Deste modo, o livro “riscos hidrometeorológicos” remete-nos para uma abrangência global dos riscos ligados à água, quer para aqueles que se associam a certos eventos meteorológicos, capazes de produzir precipitações intensas, envolvendo grandes quantidades de chuva, ou seja, de água proveniente da atmosfera, caída num curto espaço de tempo e concentrada numa dada região geográfica, a episódios hidrológicos fluviais ou oceânicos, capazes de transportar enormes volumes de água sobre a superfície terrestre, tanto de água que, através de caudais volumosos, se escoam pelos rios e que, frequentemente, provoca inundações, que são das catástrofes naturais mais mortíferas que têm atingido a humanidade, quer de vagas, associadas a marés de tempestade, que varrem áreas costeiras, provocando igualmente elevado número de vítimas mortais e de desalojados.

Por conseguinte, este volume, ao caracterizar algumas das manifestações de riscos hidrometeorológicos, ajudará não só à melhor compreensão dos respetivos fenómenos, mas também poderá ser inspirador para o desenvolvimento de novos estudos relacionados com esta temática.

RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

ESTRUTURAS EDITORIAIS
Estudos Cindínicos

DIRETOR PRINCIPAL | MAIN EDITOR
Luciano Lourenço

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

DIRETORES ADJUNTOS | ASSISTANT EDITORS
António Amaro, Adélia Nunes, António Vieira, Fátima Velez de Castro
RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

ASSISTENTE EDITORIAL | EDITORIAL ASSISTANT
Fernando Félix
RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

COMISSÃO CIENTÍFICA | EDITORIAL BOARD

Ana Meira e Castro
Universidade do Porto

Carla Juscélia de Oliveira Souza
Universidade São João del Rei

António Betâmio de Almeida
Instituto Superior Técnico, Lisboa

Maria Augusta Fernández Moreno
Católica do Equador

Cristina Queirós
Universidade do Porto

Miguel Castillo Soto
Universidade do Chile

José Simão Antunes do Carmo
Universidade de Coimbra

Purificación Flaño
Universidade de La Rioja

Manuel João Ribeiro
Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa

Rita Cássia de Souza
Universidade Federal de Uberlândia

Romero Bandeira
Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto

Yolanda Hernandez Peña

Salvador Almeida
Universidade Lusófona do Porto

Zeineddine Nouaceur
Universidade de Rouden

REVISORES CONVIDADOS | INVITED REVIEWERS

Ana Monteiro de Sousa
Universidade do Porto

José Cortizo
Universidade de León

Ángela Martín Jiménez
Inst. de Investig. Agrobiológicas de Galicia

Madson Tavares Silva
Universidade Federal de Campina Grande

António Campar Almeida
Universidade de Coimbra

Purificación Flaño
Universidade de La Rioja

António Saraiva Lopes
Universidade de Lisboa

Rui Ferreira Figueiredo
Universidade de Coimbra

Cássio Arthur Wollmann
Universidade Federal de Santa Maria

Tomás Figueiredo
Universidade de Bragança

Francisco Costa
Universidade do Minho

Washington Rocha
Universidade Estadual de Feira de Santana

José Augusto Alves Teixeira
Universidade do Porto

Xavier Ubeda Cartañà
Universidade de Barcelona

LUCIANO LOURENÇO
ADÉLIA NUNES
(COORDS.)

RISCOS

HIROMETEOREOLÓGICOS

Edição

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Email: riscos@riscos.pt

URL: <https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/>

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Luciano Lourenço e Adélia Nunes

IMAGEM DA CAPA

Karine Nieman

PRÉ-IMPRESSÃO

Fernando Félix

EXECUÇÃO GRÁFICA

Simões & Linhares, Lda.

ISSN

2184-5727

DOI (Série)

<https://doi.org/10.34037/978-989-54295-1-6>

Depósito Legal

449622/18

ISBN

978-989-54295-7-8

ISBN Digital

978-989-54295-3-0

DOI

https://doi.org/10.34037/978-989-54295-3-0_4

SUMÁRIO

PREFÁCIO	7
INTRODUÇÃO	11
 As opções de adaptação e o uso da ciência na gestão colaborativa da zona costeira José Simão Antunes do Carmo	 15
O ciclone de 1941 e o perigo associado a marés de tempestade Antônio Amílcar de Moura Alves da Silvas	 41
Alteração hidrotermal e estruturas geológicas como elementos potencializadores de risco geológico: exemplo do túnel do Joá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil Rubem Porto Jr. e Beatriz Duarte	 85
Características atmosféricas de grande escala em evento climático extremo na Bahia Fernanda Gonçalves Rocha, Maria Regina da Silva Aragão e Célia Campos Braga	 101
Tipos de riscos e eventos danosos na porção norte do estado de Minas Gerais no ano de 2015 Paulo Ricardo Rufino, Carla Juscélia de Oliveira Souza, Francielle da Silva Cardozo e Gabriel Pereira	 117
Resposta dos diferentes tipos de cobertura vegetal às precipitações em regiões homogêneas no estado da Bahia (Brasil) Célia Campos Braga, Wanessa Luana de Brito Costa, Clênia Rodrigues Alcântara, Bernardo Barbosa da Silva e Adriana de Souza Costa	 137
Avaliação da vulnerabilidade à inundação nas zonas críticas de Portugal continental Paulo Fernandez, Sandra Mourato, Luísa Pereira e Madalena Moreira	 159
Mapeamento de inundação em ambiente urbano: uma análise baseada em geotecnologias e análise participativa Érika Renata Farias Ribeiro, Pedro Aníbal Beaton Soler, Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas e Walber Lopes de Abreu	 181
Eventos de erosões em Bauru-Brasil, associados aos condicionantes atmosféricos Fernanda Ferreira Verdelho, Victor Barbério e Geórgia Jorge Pellegrina	 199

SUMÁRIO

Análise de susceptibilidade a alagamentos na bacia do lago Paranoá antes e depois da construção do setor noroeste - distrito federal por meio de sistemas de informação geográfica - SIG	
Thiago Rocha Camara, Gervásio Babosa Soares Neto e Karla Maria Silva de Faria	221
CONCLUSÃO	241

PREFÁCIO

Os riscos hidrometeorológicos associam certos eventos meteorológicos, capazes de produzir precipitações intensas, ou seja, grande quantidade de chuva, de água proveniente da atmosfera, caída num curto espaço de tempo e concentrada numa dada região geográfica, a episódios hidrológicos fluviais ou oceânicos, capazes de transportar enormes volumes de água sobre a superfície terrestre, tanto de água que, através de caudais volumosos, se escoam pelos rios e que, frequentemente, provoca inundações, que são das catástrofes naturais mais mortíferas que têm atingido a humanidade, ou, então, de vagas, associadas a marés de tempestade, que varrem áreas costeiras, provocando igualmente elevado número de vítimas mortais e de desalojados.

Será suficiente recordar um pouco da história do rio Amarelo, também conhecido como *Huang Ho*, que é o segundo rio mais comprido da China, com cerca de 5 500 km de comprimento e cuja bacia hidrográfica apresenta uma área próxima de 752 000 km², para encontrar referência a nove grandes inundações históricas, como refere T. R. Tregear na sua obra *A Geography of China*.

Com tem sido referido, a inundação provocada por este rio, em 1931, é considerada a catástrofe natural mais mortífera da história. O número de vítimas mortais foi estimado entre um e quatro milhões de mortos, decorrentes dos afogamentos provocados pela inundação propriamente dita, bem como das doenças e da fome subsequentes. Nesse ano a situação foi ainda mais grave do que é habitual na China, uma vez que todos os seus grandes rios, tais como o Iansequião, também conhecido por Rio Azul e *Yangtzé*, que é o maior rio não só da China, mas também da Ásia, ou o rio das Pérolas, também chamado *Zhu Jiang*, o terceiro maior rio da China, em cujo delta se localiza a cidade de Macau, e outros rios sujeitos a inundações frequentes, como é o caso do rio *Huai*, por exemplo, causaram graves inundações nesse ano. Calcula-se que, entre julho e novembro desse ano, ficaram completamente inundados cerca de 88 mil quilómetros quadrados e parcialmente inundados mais de 20 mil quilómetros quadrados, o que mostra bem a extensão que estas inundações alcançaram.

Anteriormente há registo de outras inundações importantes, de que referimos apenas a de setembro de 1887, por ser considerada a segunda catástrofe natural com

mais mortos, que se estimam ter matado entre 900 mil e 2 milhões de pessoas, o que só por si, mesmo sem considerar outros danos, como seja o número de desalojados ou a fome subsequente, dá bem conta das graves consequências da manifestação do risco de inundação.

As inundações, por vezes, estão associadas aos ciclones tropicais, conhecidos como tufões, no oceano Pacífico, e furacões, no oceano Atlântico, pelo que os ciclones são considerados como outro dos riscos hidrometeorológicos que mais mortes provoca, sobretudo quando atingem áreas densamente povoadas, nomeadamente da Ásia. Quando se deslocam sobre os oceanos, podem provocar ondas que chegam a atingir 40 metros de altura, as quais, ao atingirem as áreas costeiras, têm efeitos profundamente devastadores. Por sua vez, os ciclones quando passam a deslocar-se sobre os continentes, originam grandes inundações que causam elevado número de mortes.

De entre eles, o ciclone tropical mais devastador e que corresponde a uma das catástrofes naturais mais mortíferas de que há registo, ficou conhecido por ciclone de *Bhola*. O ciclone formou-se na região central do Golfo de Bengala, em 8 de novembro, e seguiu para norte, intensificando-se, tendo atingido o Paquistão Oriental (atual Bangladesh) e o estado de Bengala Ocidental, na Índia, de 12 para 13 de novembro de 1970. Provocou uma maré de tempestade, que inundou muitas das ilhas de pouca altitude, próximas da costa e no delta do rio Ganges, fazendo com que 300 000 a 500 000 pessoas tivessem morrido como consequência da passagem deste ciclone.

Um outro ciclone, registado em 25 e 26 de novembro de 1839, por isso muito anterior ao *Bhola*, e que ficou conhecido como o “Ciclone da Índia”, afetou o estado de *Andhra Pradesh*, na Índia. Este ciclone provocou uma onda que deverá ter tido uma altura aproximada de 40 metros, tendo destruído grande parte da vila portuária de Coringa, onde cerca de 20 mil pessoas terão morrido afogadas no mar, e o número total das que perderam a vida, na sequência deste ciclone, foi estimado em 300 mil, fazendo dele o segundo mais mortífero de que há registo.

Estes quatro exemplos, e muitos outros poderiam ser dados, são bem elucidativos das consequências e dos danos que a manifestação dos riscos hidrometeorológicos pode causar e, por conseguinte, da importância de que se deve revestir o estudo destes fenómenos.

Felizmente, os danos provocados por estas situações que serviram de exemplo são excepcionais, pelo que os dez casos apresentados nesta obra dizem respeito a situações bem mais frequentes e, felizmente, com consequências bem menos graves, mas que, tendo em conta as diferenças resultantes da escala de análise, constituem bons exemplos de situações análogas às descritas e de outras que envolvem outros riscos hidrometeorológicos, uma vez que eles não se esgotam nos ciclones, nas inundações e nas marés de tempestade.

Por outro lado, ao contrário do que o título pode sugerir, não se trata de uma obra que vise caracterizar, de forma sistemática, todos os riscos que podem ser agrupados sob este título, na medida em que apenas pretendeu reunir os trabalhos que, sobre esta temática, foram apresentados ao IV Congresso Internacional de Riscos.

De todas formas, não temos dúvidas de que este volume ajudará a caracterizar algumas das manifestações de riscos hidrometeorológicos, pelo que não só ajudará à melhor compreensão dos respetivos fenómenos, mas também poderá ser inspiradora para o desenvolvimento de novos estudos sobre esta temática, razões pelas quais não houve qualquer objeção a incluí-la na série sobre “Estudos Cindínicos.

Coimbra, 31 de julho de 2018.

Luciano Lourenço

INTRODUÇÃO

Adélia Nunes

Departamento Geografia e Turismo, CEGOT e RISCOS,
Universidade de Coimbra (Portugal)
ORCID: 0000-0001-8665-4459 adelia.nunes@fl.uc.pt

De acordo com a terminologia da Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes, das Nações Unidas (UNISDR), os riscos hidrometeorológicos são de origem atmosférica, hidrológica ou oceanográfica, os quais podem ocasionar mortes, lesões ou outros tipos de impactes na saúde humana, assim como danos nos bens e propriedades, perdas de meios de sustento e serviços, transtornos sociais e económicos e danos ambientais. Apresenta como exemplos os ciclones tropicais (também conhecidos como tufões e furacões), as cheias e inundações, as secas, as ondas de calor e as vagas de frio, e as tempestades costeiras. As condições hidrometeorológicas podem, ainda, constituir fatores que favorecem a manifestação de outros riscos, como movimentos em vertentes, erosão, incêndios florestais, pragas de gafanhotos, epidemias, transporte e dispersão de substâncias tóxicas e materiais de erupções vulcânicas.

Segundo dados das Nações Unidas, na década de 2005 a 2014, mais de 85 % das catástrofes naturais tiveram origem hidrometeorológica, tendo neles perecido mais de 700 000 pessoas, num total de 1 700 milhões de afectados e com perdas avaliadas em 1,4 trilhões de dólares. Estas catástrofes, que registaram um acentuado acréscimo desde o início do milénio, serão agravadas pelas mudanças climáticas previstas, tornando-as mais frequentes e intensas.

O impacte da manifestação destes processos potencialmente perigosos depende da presença humana e dos seus respetivos bens, assim como da capacidade da população lidar com estes fenómenos. Com efeito, as catástrofes ocorrem quando existe vulnerabilidade, que é definida pelas características ou circunstâncias de uma comunidade, de um sistema ou de bens e que são susceptíveis de sofrer danos. Ora, a vulnerabilidade, por se tratar de um conceito multidimensional, deriva de vários fatores: físicos, sociais, económicos e ambientais, dependendo dos níveis de desenvolvimento e da estabilidade social da comunidade ou da população afetada.

As capacidades de antecipação e de reposta à manifestação do risco também são determinantes para as respectivas consequências e para o grau de perdas.

Nestas circunstâncias, a avaliação do risco deve integrar não só a análise das características técnicas dos processos potencialmente perigosos, que abrange a sua localização, intensidade, frequência e probabilidade, mas também a análise da vulnerabilidade, que inclui as dimensões física, social, económica e ambiental, assim como o grau de exposição da população e dos seus bens. Tal conhecimento deve ser aplicado na prevenção e implementação de medidas adequadas, bem como numa resposta eficaz perante a manifestação do risco.

Neste volume, abordam-se, numa dezena de capítulos, vários riscos hidrometeorológicos de Portugal e do Brasil, focando-se os dois primeiros na zona costeira de Portugal Continental. Por se tratar de uma área de grande dinâmica, devido à ação combinada de vários fatores, tais como: ondas, marés, correntes, vento, movimentos sedimentares e eventos meteorológicos excepcionais, incluindo tempestades, com especial destaque para o “*ciclone de 15 de fevereiro de 1941*”, a par da sua crescente ocupação antrópica e, ainda, das mudanças climáticas globais, nesses dois primeiros capítulos analisa-se e classifica-se a vulnerabilidade destes territórios e propõem-se algumas medidas de intervenção.

O terceiro capítulo, com o título “*Alteração hidrotermal e estruturas geológicas como elementos potencializadores de risco geológico: exemplo do túnel do Joá, Rio de Janeiro, Brasil*”, analisa o contributo de água termal no decréscimo da resistência local do maciço rochoso e o aumento do risco da queda de blocos. A presença desta alteração hidrotermal mostrou-se importante na definição de segmentos de maior risco, em termos da queda de blocos, e na delimitação, no interior do túnel, das áreas potenciais de risco de acidente.

No quarto capítulo analisam-se as condições de circulação atmosférica de grande escala, tanto à superfície como em altitude, para o mês de Abril de 2006, classificado como extremo em termos de precipitação (com mais de 189,7 % relativamente à normal climatológica), na cidade de Salvador, Brasil. Para o efeito foram utilizados dados relativos à pressão do nível médio do mar e componentes do vento a 850 e 200 hPa, para diagnosticar as condições atmosféricas médias e anómalas de grande escala, considerando a base climatológica de 1979 a 2010.

“*Tipos de riscos e eventos danosos na porção norte do estado de Minas Gerais no ano de 2015*” é o título do quinto capítulo, cujo objetivo principal é identificar os tipos de ocorrência e as catástrofes que afetaram a população de Minas Gerais, Brasil, nesse ano. Os resultados mostram que a área Norte de Minas Gerais sofreu danos significantes, tanto em termos económicos como sociais, relacionados com um intenso período de seca e estiagem, em consequência da anomalia assinalada na precipitação.

No capítulo que se segue, o sexto, a variabilidade nos quantitativos de precipitação continua a ser elemento o climático/meteorológico analisado, desta vez pela influência que exerce nos diferentes tipos de cobertura ou na distribuição da vegetação, bem como no início das fases fenológicas e no período de crescimento. Tendo em consideração a diversidade na distribuição e nos processos de degradação que a vegetação tem vindo a assinalar nos últimos anos, no estado da Bahia-Brasil, o presente estudo tem como objetivo encontrar relações sazonais entre a resposta da vegetação à precipitação utilizando para o efeito, em regiões homogêneas, o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*).

A análise de Componentes Principais e de Clusters foram as metodologias usadas na “*Avaliação da vulnerabilidade à inundação nas zonas críticas de Portugal continental*”, título do sétimo capítulo deste livro. De acordo com os autores, esta metodologia permite identificar os *hot spots*, a partir dos quais 22 % das subsecções fluviais são consideradas com vulnerabilidade elevada a muito elevada e 56 % são classificadas com reduzida vulnerabilidade. Tendo em consideração a classificação da vulnerabilidade nas zonas críticas, concluíram que 7 % da área se caracteriza por uma vulnerabilidade elevada a muito elevada e 63 % da área com vulnerabilidade reduzida e muito reduzida.

No oitavo capítulo, intitulado “*Mapeamento de inundação em ambiente urbano: uma análise baseada em geotecnologias e análise participativa*”, são utilizados dados e técnicas de geotecnologia, trabalhos de campo, entrevistas e análises participativas com a comunidade local, na identificação e delimitação das áreas de inundação em vários bairros da cidade de Abaetetuba-PA (Mesorregião do Nordeste Paraense, Brasil).

“*Eventos de erosões em Bauru-Brasil, associados aos condicionantes atmosféricos*” é o título do penúltimo capítulo, que tem como área de estudo o município de Bauru,

localizado na Região Centro-Oeste do estado de São Paulo, Brasil, caracterizado por uma elevada suscetibilidade a processos erosivos. Com o objectivo de avaliar os dados relativos a eventos erosivos analisa-se a climatologia local e averigua-se a influência da variabilidade interanual, relacionada com fenómenos como El Niño e La Niña, ou com a convergência intertropical (ZCI), entre outros. Constataram que as fortes chuvas no período de primavera e de verão elevaram o risco de erosão tornando relevantes as variáveis climáticas que causam chuva nesse período.

O último capítulo, *“Análise de susceptibilidade a alagamentos na bacia do lago Paranoá antes e depois da construção do setor noroeste - distrito federal, por meio de sistemas de informação geográfica – SIG”* tem como objetivo determinar quais as áreas susceptíveis a alagamentos na Unidade Hidrográfica do Paranoá, nos anos de 1998 e 2016. Através do uso de ferramentas SIG, depois de definidas as variáveis envolvidas no fenómeno, fez-se a sua integração e análise, que se traduziram em mapas de susceptibilidade. O resultado obtido foi um aumento de aproximadamente 10 047 km² de áreas susceptíveis a alagamentos.

Trata-se, sem dúvida, de um livro de elevada utilidade para investigadores, decisores públicos e estudantes, com interesse nesta matéria ou com responsabilidade na análise e gestão dos riscos.

**MAPEAMENTO DE INUNDAÇÃO EM AMBIENTE
URBANO: UMA ANÁLISE BASEADA EM
GEOTECNOLOGIAS E ANÁLISE PARTICIPATIVA**
FLOOD MAPPING IN THE URBAN ENVIRONMENT:
AN ANALYSIS BASED ON GEOTECHNOLOGIES AND
PARTICIPATORY ANALYSIS

Érika Renata Farias Ribeiro

Faculdade de Geografia e Cartografia da Universidade Federal do Pará (Brasil)
ORCID: 0000-0002-7531-8676 erikarpfarias@gmail.com

Carlos Alexandre Leão Bordalo

Faculdade de Geografia e Cartografia da Universidade Federal do Pará (Brasil)
ORCID: 0000-0002-8459-7355 carlosbordalo@oi.com.br

Pedro Aníbal Beaton Soler

Universidade do Oriente de Cuba (Cuba)
ORCID: 0000-0001-6557-7271 pedrobeaton@gmail.com

Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas

Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Brasil)
ORCID: 0000-0002-7365-6604 carlos.tamasauskas@sipam.gov.br

Walber Lopes de Abreu

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (Brasil)
ORCID: 0000-0003-1021-5462 walberlopesabreu@gmail.com

Resumo: As inundações caracterizam-se como eventos naturais mas que podem ser intensificadas por causas antrópicas, em especial nas áreas urbanas. Assim, notamos que as inundações urbanas são reflexos tanto da dinâmica da natureza como das ações antrópicas. Na Amazônia, o processo de ocupação e urbanização das cidades começou a partir dos rios, sendo a cidade de Abaetetuba-PA um exemplo desse processo,

pois originou-se às margens dos rios Maratauíra e Abaeté. Assim, o presente estudo visa mapear as áreas de inundação que ocorrem nos bairros de Abaetetuba que limitam com os rios citados. A partir de dados e técnicas de geotecnologias, trabalhos de campo, entrevistas e análises participativas com a comunidade local foi possível identificar e delimitar as áreas de inundação nos bairros analisados. Assim, tanto o uso das geotecnologias como a participação da população mostraram-se eficazes no mapeamento das inundações, sendo que mapeamentos de fenômenos dessa natureza são importantes ao contribuírem para a gestão de riscos e prevenção de desastres naturais no Brasil.

Palavras-chave: Inundação, Abaetetuba, geotecnologias, análise participativa, Amazônia.

Abstract: Floods are characterized as natural events but can be intensified by anthropic causes, especially in urban areas. Thus, we note that urban floods are a reflection of both the dynamics of nature and human actions. In the Amazon, the process of occupation and urbanization began from the rivers. The city of Abaetetuba-PA is an example of this process, since it developed on the banks of the Maratauíra and Abaeté rivers. Thus, the present study aims to map the areas where flooding occurs in those districts of Abaetetuba whose boundaries are formed by the rivers mentioned. Based on geotechnology data and techniques, fieldwork, interviews and participatory analysis with the local community, it was possible to identify and delimit the flood areas in the neighborhoods analyzed. Thus, both the use of geotechnologies and the participation of the local population have proved effective in flood mapping, and the mapping of such phenomena makes an important contribution to risk management and the prevention of natural disasters in Brazil.

Keywords: Flood, Abaetetuba, geotechnologies, participatory analysis, Amazon.

Introdução

De modo geral, as inundações caracterizam-se como consequência de eventos naturais (precipitação elevada, influência de marés, entre outros). No entanto, em especial nas áreas urbanas, os eventos de inundação podem ser intensificados por ações antrópicas (ocupação urbana nas margens dos rios; urbanização mal planejada; assoreamento dos rios, etc.). Dessa forma, notamos que as inundações urbanas são reflexos tanto da dinâmica da natureza como das ações humanas. Nessa perspectiva destaca-se que a concentração da população nas cidades, “*especialmente nos países em desenvolvimento*”, traz como consequências “*diversos problemas ambientais, particularmente através da ocupação de áreas de risco*” (S. Monteiro, et al., 2017).

Para entender tal problemática, é de suma importância conceituar o que entendemos por inundação, a qual é o “[...] *processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio*”. (BRASIL, 2007, p. 91). “*As cheias e as consequentes inundações são consideradas um dos riscos naturais com maiores impactos sociais*”, assim esses eventos de cheia tornam-se recorrentes nas bacias hidrográficas estando associados a processos de precipitação e morfometria da bacia. Porém, os autores observam que existe a falta de registros hidrométricos de caudais em pequenas bacias (J. Pardal, et al., 2016, p.16).

“[...] Cheias, ou enchentes, são um fenômeno hidrológico que ocorrem quando as águas extravassa o leito menor dos cursos d’água e inundações são um fenômeno geomórfológico característico das áreas marginais atingidas pelas águas das cheias. Ao extravasarem o canal dos rios, as cheias formam, ao longo do tempo, as planícies de inundações” (V. Custódio, 2002, p.7).

Deste modo, percebemos que a inundação é um evento que possui repetitividade, pois está ligada à dinâmica hidrológica dos cursos d’água, e espacialidade presumível, já que ocorrerá nas áreas marginais dos canais de drenagem. Contudo, tal fenômeno ainda ocasiona perdas econômicas e grandes problemas para a popu-

lação nas áreas em que ocorre, o que justifica sua análise e tentativas de prevê-lo. Enquanto os alagamentos são caracterizadas pelo acúmulo de águas nas áreas urbanas, devido a precipitações pluviométricas, em decorrência da falha nos sistemas de drenagem, podendo apresentar uma relação com processos de natureza fluvial (MIN.CIDADES/IPT, 2007).

Um dos aspectos humanos que tem grande relação com o fenômeno das inundações é o processo de urbanização, já que o mesmo provoca grandes modificações no ambiente e na dinâmica do ciclo hidrológico, principalmente nos processos de infiltração e escoamento superficial. O processo de urbanização apresenta dois aspectos importantes que interferem no escoamento das águas pluviais: a impermeabilização do solo e a canalização dos canais de drenagem (A. Campana; M. Tucci, 1994). Os autores ressaltam que estes aspectos provocam alterações no ciclo hidrológico (aumento do pico de vazão de cheia do rio, antecipação do tempo de vazão máxima e aumento do escoamento superficial), o que favorecerá e/ou intensificará os eventos de inundação. Os estudos sobre este tema tem demonstrado que existe um impacto da urbanização no escoamento potencial nos pequenos lençóis de água. Assim, as alterações hidrológicas que são consequências da urbanização apresentam proporções de *“90 a 100 % de escoamento superficial para 0 % a 10 % de infiltração”*, com elevados picos de escoamento em intervalos de tempo pequenos (L. Sá; H. Venâncio, 2011, p.280).

A preocupação com a ocorrência das inundações e demais desastres naturais provocou a promulgação da Lei Federal 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil visando identificar e avaliar as áreas de suscetibilidade a desastres naturais, em especial a movimentos de massa e inundação. A partir da referida lei, foram realizados mapeamentos e cartas de suscetibilidade para 279 municípios do Brasil até Abril de 2015, sob a coordenação da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (S. Silva; O. Bitar, 2015).

Além dos trabalhos da CPRM, temos as análises sobre inundação realizadas por E. Andrade, *et al.* (2012); M. Momo *et al.* (2015); O. Silva Junior (2010) e V. Santos (2016), que fizeram uso de dados e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para mapear e gerar as áreas de inundação de suas áreas de estudo. Vale ressaltar que dos trabalhos listados, apenas o trabalho de (O. Silva Junior,

2010) faz uso de cartografia participativa como contribuição ao mapeamento de inundação, o que revela que tal técnica é pouco usada em trabalhos de mapeamento de inundação pelo Brasil.

Assim, o presente estudo visa identificar e mapear as áreas de inundação que ocorrem nos bairros centrais da cidade de Abaetetuba-PA, por meio de dados e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, aliados às contribuições das análises participativas feitas pela comunidade da área de estudo.

Área de Estudo e Procedimentos Metodológicos

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo corresponde aos bairros do Algodual, Centro, São João e São José da cidade de Abaetetuba-PA. Os referidos bairros fazem limite com o rio Marataúira e o rio Abaeté e, desse modo, são os bairros que mais sofrem os impactos dos eventos de inundação na cidade de Abaetetuba.

O município de Abaetetuba pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense, a mesorregião de mais antiga colonização do Pará, e tem sua ocupação urbana iniciada em meados do século XVIII às margens dos citados rios, onde fica localizada a área de estudo e onde se concentra, atualmente, 38 % da população da cidade.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade apresenta duas unidades geomorfológicas, as planícies aluviais e os amplos tabuleiros pediplanados com cotas que variam entre 5 e 20 metros, conforme Mapa abaixo (fig. 1).

No que diz respeito às características climáticas, a área de estudo está inserida na zona climática equatorial quente super-úmida subseca (E. Nimer, 1979), a qual possui como principal característica a frequência diária de chuvas controladas, predominantemente, pela zona de convergência intertropical. A pluviosidade da região de Abaetetuba é caracterizada por um período chuvoso que se inicia no mês de dezembro e finaliza em abril, sendo fevereiro e março os meses mais chuvosos. Tomando como referência a estação meteorológica de Belém, a taxa de precipitação

Fig. 1 - Localização da Área de Estudo e das Unidades Geomorfológicas: 1) Área de Estudo; 2) Limite da Cidade de Abaetetuba; 3) Rede Hidrográfica (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 1 - Location of the Study Area and Geomorphological Units: 1) Study Area; 2) City Limit of Abaetetuba; 3) Hydrographical Network (Source of the cartographic data: IBGE).

acumulada anual é de 2921,7 mm e a temperatura média, é de 25,9 °C, sendo que a temperatura mínima é de 22,1 °C e a máxima de 31,5 °C (A. Ramos; L. Santos; L. Fortes, 2009).

As cidades da Amazônia possuem particularidades referentes à paisagem que simbolizam o modo de vida da sua população como, por exemplo, a preferência em estabelecer-se próximo aos cursos fluviais. O. Silva Junior; C. Slafsztein (2013)

ressaltam que historicamente estas cidades foram se desenvolvendo ao longo das margens dos rios devido a necessidades de deslocamento da população e do escoamento da produção.

A questão preocupante em relação a este tipo de ocupação é que, em determinados locais da planície de inundação, a dinâmica hidrológica dos rios, com pulsos de cheias e vazantes, aliada aos períodos de altas precipitações, com médias mensais de 360,3 mm (A. Ramos; L. Santos; L. Fortes, 2009), podem deixar as populações vulneráveis a processos de inundações sazonais (E. Ribeiro, 2017). Neste sentido, destacamos a paisagem como uma categoria geográfica importante, podendo ser muito utilizada “*para compreender os problemas relacionados à ocupação indevida de áreas de risco natural, marcadas por degradação ambiental e vulnerabilidade social*” (E. Ribeiro, *et. al.*, 2018, p,5)

Além disso, deve-se considerar que o processo de urbanização gera a impermeabilização do solo e proporciona o aumento de problemas referentes às inundações e a contaminação da população pelas doenças de veiculação hídrica (F. Santos; E. Rocha, 2013).

Nesta questão do processo de urbanização ligado a eventos de inundação e demais eventos caracterizados como desastres naturais, a cidade de Abaetetuba se revela como um exemplo a ser estudado segundo tal lógica, pois a partir da ocupação/urbanização de sua planície de inundação e com o aterramento da mesma por materiais orgânicos e inorgânicos de baixa resistência (sementes, serragens, resíduos sólidos urbanos, etc.), principalmente na faixa de contato solo-rio (orla), há a ocorrência e intensificação de eventos de inundação e de colapso dos solos em partes dos bairros que limitam com os rios Maratauíra e Abaeté (fig. 2). Vale ressaltar que, esse tipo de urbanização/ocupação urbana pouco planejada, somada à ocorrência de solos antropizados, considerados por A. Peloggia (1996) como catastróficos, já resultaram em quatro eventos de colapso dos solos nas margens do rio Maratauíra, sendo dois eventos que ocorreram no bairro do centro no início e final da década de 1980, um evento ocorrido no bairro são josé no ano de 1998 e outro evento ocorrido no bairro são joão no ano de 2014, conforme relatos dos moradores mais antigos dos bairros analisados.

Fig. 2 - Localização dos Eventos de Inundação e Colapso do Solo: 1) Área de Estudo; 2) Limite da Cidade de Abaetetuba (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 2 - Location of Flood Events and Soil Collapse: 1) Study Area; 2) City Limit of Abaetetuba (Source of the cartographic data: IBGE).

Procedimentos Metodológicos

A análise e mapeamento dos locais de inundação que ocorrem na área de estudo foram produzidos seguindo a metodologia já utilizada por O. Silva Junior (2010), sendo que os passos metodológicos foram:

- a) Caracterização física da área de estudo: análise e interpretação da geomorfologia da cidade baseada no mapeamento geomorfológico do IBGE (2009) para a Amazônia Brasileira realizada na escala de 1:250.000;
- b) Modelagem da Superfície da Área de Estudo: A partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido de imagens do Radar de Abertura Sintética (SAR) PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar), foram geradas curvas de nível e mapa hipsométrico para representar as diferenças de altitude da área de estudo e, assim, identificar as menores cotas altimétricas que seriam áreas suscetíveis a inundação;
- c) Trabalho de campo: realizado durante o período de fevereiro a outubro de 2016, a partir da observação dos pontos inundados durante a maré alta, nos bairros do Algodual, São João, São José e Centro;
- d) Entrevistas: foram realizadas entrevistas com três moradores mais antigos de cada bairro (total de 12 pessoas) com objetivo de mensurar a área afetada pela inundação, especialmente referentes aos últimos anos. Esse número de pessoas entrevistadas foi estimado tendo com base os moradores que residem mais de vinte e cinco anos no local, os quais apresentaram informações similares sobre os eventos de inundações que marcam a paisagem das áreas analisadas. Enfatizou-se o resgate da memória da sociedade, a experiência das pessoas comuns, de modo a contribuir para o aprimoramento dos resultados e possibilitando um diálogo dos saberes (H. Leff, 2010);
- e) Análise participativa: Análise dialogada com a comunidade visando discutir e apontar erros e acertos no mapa de áreas inundadas gerados previamente a partir da modelagem da superfície e do trabalho de campo. A população que mora nessas áreas foi consultada, no sentido de confirmar as informações representadas no mapa, possibilitando ajustes importantes na identificação/mapeamento desses locais.

Resultados e Discussão

A partir da paisagem da cidade de Abaetetuba e dos dados geomorfológicos podemos observar que a cidade possui duas unidades geomorfológicas distintas que

acarretam dinâmicas diferentes. A área de estudo está localizada predominantemente na planície fluvial, ou seja, é suscetível de sofrer influências da dinâmica fluvial/hidrológica dos rios que a limitam.

Após entender a dinâmica inerente à área de estudo baseada nos dados geomorfológicos, procedemos ao processamento do MDE para gerar dados de modelagem da superfície. Deste modo, o MDE mostra-se como uma ferramenta de análise importante para verificar as informações topográficas referentes às cotas mais baixas, possibilitando um direcionamento para realização do trabalho de campo e entrevistas, de modo a ratificar a inundação nesses locais. Os valores de elevação da superfície da cidade de Abaetetuba, segundo o MDE, variam de 0 a 34 metros (fig. 3).

Fig. 3 - Modelagem da Superfície da Área de Estudo: 1) Área de Estudo; 2) Limite da Cidade de Abaetetuba (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 3 - Surface Modeling of the Study Area: 1) Study Area; 2) City Limit of Abaetetuba (Source of the cartographic data: IBGE).

A partir do MDE, foi possível observar que as cotas topográficas correspondentes aos bairros analisados concentram os menores valores de cotas da cidade de Abaetetuba, o que equivale ao intervalo de 0 a 4 metros, informação que permite deduzir que nestas cotas o evento de inundação deve ocorrer e, desse modo, foi gerado mapa hipsométrico baseado nos intervalos de 0-4 e 5-15 metros para indicar as pretensas áreas suscetíveis a inundação nos bairros analisados (fig. 4).

Com o trabalho de campo e baseado no mapa hipsométrico, elaborado a partir do MDE, confirmamos que as áreas que permanecem, mesmo após a ocorrência de diversos aterramentos, com as menores cotas altimétricas (0-4 metros) continuam sendo as mais atingidas pelos eventos de inundações dos rios Maratauíra e Abaeté.

Fig. 4 - Mapa Hipsométrico: Estudo: 1) Área de Estudo
(Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 4 - Hypsometric Map: 1) Study Area (Source of the cartographic data: IBGE).

Assim, ficou claro que os eventos de inundação ocorrem nas áreas mais baixas dos bairros de Algodoal, São João, São José e Centro, pois os mesmos sofrem influência da dinâmica hídrica inerente aos rios supracitados, o que gera eventos de inundação como o ocorrido no bairro Algodoal/ocupação Chicolândia (fot. 1).

Fot. 1 - Inundação no Bairro do Algodoal (Fonte: E. Ribeiro, 2017).

Photo 1 - Flood in the Algodoal Neighborhood (Source: E. Ribeiro, 2017).

A fot. 1 corresponde a ocupação chicolândia, que representa a área inundável do bairro do Algodoal, que é caracterizada pelo precário saneamento básico, cuja população local não tem acesso à água potável, abastecendo-se de água subterrânea por meio de poços artesianos ou da água do rio que recebe diariamente os efluentes domésticos dos moradores que ali residem. As imagens foram obtidas durante a maré alta do mês de abril/2016, em que os quatro bairros foram afetados pelas inundações, sendo a pior situação vivenciada pelos moradores desta área. As inundações foram resultantes da união de alta precipitação, que atingiu o valor acumulado no mês de 414,3 mm segundo dados da estação Belém do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil, com a ocorrência das marés de sizígia que alcançaram altura de até 3,4 metros, segundo dados da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

Observamos que mesmo a área tendo sido muito aterrada, a dinâmica da paisagem não deixou de existir, atingindo a população que ocupa indevidamente este espaço e que sofre as consequências da inundação, seja pelos danos materiais ou pela exposição a doenças como dengue e leptospirose.

Com a realização das entrevistas com os moradores dos locais afetados, num total de 12 (doze) entrevistados¹, estes observaram que todos os anos durante os meses de março e abril a água atinge parte das ruas daqueles bairros, mas que naquele ano (2016) o impacto teve maior abrangência. De acordo com o senhor Sebastião dos Anjos Ferreira (54 anos, carpinteiro, aposentado e morador do bairro Algodoal há dez anos), a sua residência sempre é atingida pela inundação mas nesse ano de 2016, no mês de abril, além de sua residência, toda área da ocupação da Chicolândia foi afetada. O morador observou que o impacto da inundação do mês de abril do ano de 2016 foi a maior que ele já presenciou ao longo de todos os anos em que reside no bairro. Tal constatação dos moradores encontra fundamento nos dados históricos de precipitação, pois a média mensal para o mês de Abril é de 353,4 mm (A. Ramos; L. Santos; L. Fortes, 2009) e a média calculada em 2016 foi bem superior, conforme dado apresentado anteriormente.

Durante o período do inverno amazônico (janeiro, fevereiro, março e abril) diariamente foram feitos trabalhos de campo nos bairros analisados (Algodoal, Centro, São João e São José) a fim de mensurar a área inundada e realizar registros fotográficos, os quais comprovam o depoimento dos entrevistados.

Após a compilação e análise dos dados de campo e entrevistas, consideramos ser importante apresentar os mapas à população dos bairros analisados para melhor representar espacialmente as áreas atingidas e validar o que fora produzido.

A população consultada observou que além das ruas, as áreas mais afetadas são os quintais, por serem mais baixos e por apresentarem igarapés que servem para o despejo dos dejetos para aqueles que não possuem fossa séptica, refletindo em riscos a população. De acordo com os moradores, não só no inverno esses locais ficam inundados, portanto, a partir dessas informações a área de inundação dos bairros sofreu ajustes que culminaram no mapa final de inundação dos bairros (fig. 5 e 6).

Nas figuras 5 e 6, temos o bairro do Centro, que é o bairro com área de melhor infraestrutura da cidade, onde eventos de inundação atingem duas áreas na porção

¹ O total de entrevistados corresponde a três moradores de cada bairro analisado, somando doze pessoas, que residem há mais de vinte e cinco anos nesses locais. Destaca-se que essa amostra foi suficiente para representar as áreas de inundações, em que os moradores apresentaram a mesma percepção sobre os eventos de inundação existentes.

Fig. 5 - Inundação no Bairro Centro antes da Análise Participativa: 1) Áreas de Inundação; 2) Área de Estudo (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 5 - Flood in the Centro Neighborhood before Participatory Analysis: 1) Flood Areas; 2) Study Area (Source of the cartographic data: IBGE).

oeste e leste do bairro: na porção oeste nas proximidades do rio Maratauíra, entre as ruas Justo Chermont, Siqueira Mendes e Barão do Rio Branco e na porção leste que corresponde às travessas Padre Pimentel, Tiradentes e Altino Costa e às Passagens Guedes e Frederico da Gama. Este bairro apresentou um percentual de 18 % de sua área total sujeita à inundação.

O bairro do Algodão apresenta 52 % do seu território de área alagada, sendo cortado por diversos igarapés que são ocupados por população de baixa renda. A ausência de saneamento básico marca a paisagem deste bairro, evidenciando sinais de degradação ambiental e pobreza.

No bairro do São José as áreas de inundação, a princípio, eram pouco perceptíveis, mas, depois da avaliação dos moradores do local, chegamos

Fig. 6 - Inundação no Bairro Centro após Análise Participativa: 1) Áreas de Inundação; 2) Área de Estudo (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 6 - Flood in the Centro Neighborhood after Participatory Analysis: 1) Flood Areas; 2) Study Area (Source of the cartographic data: IBGE).

à conclusão que a área era maior devido à inundação dos quintais, correspondendo a 8,11 % da área total do bairro. No bairro do São João a representação da área inundada foi de 22,72 %. A partir desse levantamento, pode-se ressaltar a importância da participação da população para melhor representar as áreas de inundação, contribuindo para qualificar as informações previamente produzidas em escritório e levantadas em campo (E. Ribeiro 2017).

Com base nas figuras referentes ao bairro do Centro, podemos perceber o aumento da representação da área de inundação. Esse tipo de análise também foi realizada nos demais bairros, resultando no mapa síntese de inundação da área de estudo (fig. 7).

Fig. 7 - Mapa Síntese de Inundação na Área de Estudo: 1) Áreas de Inundação; 2) Área de Estudo (Fonte dos dados cartográficos: IBGE).

Fig. 7 - Flood Synthesis Map in the Study Area: 1) Flood Areas; 2) Study Area (Source of the cartographic data: IBGE).

A representação espacial da área total de inundação foi possível devido a contribuição das geotecnologias aliadas a análises participativas, mostrando um resultado satisfatório diante das dificuldades de se mensurar a ocorrência desse fenômeno nessa escala de análise. A partir de estudos dessa natureza, L. Cunha; L. Dimuccio (2002, p. 5) destacam que baseado em “ferramentas SIG é possível não só manter actualizada a cartografia das áreas afectadas por acidentes e catástrofes naturais, como criar modelos prospectivos com base no cruzamento e tratamento quantitativo dos factores intervenientes”, como por exemplo, as inundações.

Conclusão

Com o presente trabalho foi possível avaliar que a metodologia utilizada para identificação das áreas inundáveis na planície fluvial da cidade de Abaetetuba se mostrou satisfatória. Neste sentido, os procedimentos utilizados a partir do uso de dados e técnicas das geotecnologias contribuíram para identificação dos locais mais suscetíveis a determinados fenômenos, como a inundação. Desta forma, destaca-se a importância de dados de altimetria, como o MDE, para identificar as cotas topográficas mais altas e baixas da superfície de estudo. Tais informações são essenciais para o trabalho prévio de áreas suscetíveis a inundação e para o direcionamento das entrevistas e da análise participativa realizada. Vale ressaltar que a validação e correção de eventuais equívocos nas análises e produtos elaborados perpassam, essencialmente, pela entrevista e a análise participativa.

Deste modo, consideramos que somar conhecimento científico e participação da população se traduz em diálogo de saberes, os quais possibilitaram qualificar a análise realizada, gerando resultados que poderão auxiliar a gestão local e, ainda, proporcionar subsídios ao planejamento urbano. Isso tudo contribui para visualização das áreas mais afetadas e para prevenção dos desastres. Nesse sentido, consideramos que mapeamentos de fenômenos dessa natureza são importantes para estudos ambientais que contribuem para gestão de riscos no Brasil.

Referências Bibliográficas

- Andrade, E. de, Dana, L. C., Silva, P. C. da (2012). Mapeamento de Perigos e Riscos de Inundação no Município de Aparecida (São Paulo). *Anuário do Instituto de Geociências*, 35, 28-42.
DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2012_2_28_42
- BRASIL. Lei 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (2007). Recuperado de: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS–IPT (2007) Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. *Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT*.
- Campana, N. A., Tucci, C. E. M. (1994). Estimativa de área impermeável de macrobacias urbanas. *Caderno de Recursos Hídricos*, 12, 145-160.
Recuperado de: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/9983/6008>
- Cunha, L., & Dimuccio, L. (2002). Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra, *Territorium*, 9, 1-22.
Disponível em: <http://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/3492/2727>

- Leff, H. (2010). *Discursos Sustentáveis*; [tradutora Silvana Cobucci Leite]. São Paulo: Cortez.
- Momo, M. R., Pinheiro, A., Severo, D. L., Cuartas, L. A. e Nobre, A. D. (2016). Desempenho do modelo HAND no mapeamento de áreas suscetíveis à inundação usando dados de alta resolução espacial. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 21, 200-208.
Recuperado de: www.scielo.br/pdf/rbrh/v21n1/2318-0331-rbrh-21-1-200.pdf
- Monteiro, S., Freire, G. S. S., Cunha, L. (2017). Percepção dos riscos de cheias e inundações na Cidade da Praia (Cabo Verde). *REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 11, n. 1, p. 117-129.
DOI: www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/364/123
- Nimer, E. (1979). Um modelo metodológico da classificação de climas. *Revista Brasileira de Geografia*, 4, 59-89. Recuperado de: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1979_v41_n4.pdf
- Pardal, J., Cunha, L., Tavares, A. (2016). As cheias na sub-Bacia Hidrográfica do Rio dos Fornos: pontos críticos e medidas de minimização. In: Nunes, Adélia. *Territórios da Água/ Water Territories*. CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território - Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra. DOI: www.academia.edu/28487141/Territórios_de_Água
- Peloggia, A. U. G. (2005). A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, 16, 24-31.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0002>
- Peloggia, A. U. G. (1996). *Delimitação e aprofundamento Geológico do Tecnógeno do município de São Paulo (As consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as suas determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana. (Tese de Doutorado em Geoquímica e Geotectônica)*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
Recuperado de: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde03102014.../Peloggia_Doutorado.pdf
- Ramos, A. M., Santos, L. A. R. dos, Fortes, L. T. G. (2009). Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília, DF: INMET.
- Ribeiro, É. R. F. (2017). *Vulnerabilidade e Percepção de Risco na Planície Tecnogênica em Abaetetuba-PA: Subsídios ao Planejamento Urbano e a Gestão Ambiental. (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Universidade Federal do Pará, Belém.
- Sá, L., Vicêncio, H. (2011). Riscos de Inundação: uma metodologia para a sua cartografia. *Territorium* 18, 2011, 227-230. Disponível em: <http://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/3123/2375>
- Santos, F. A. A., Rocha, E. J. P. (2013). Alagamento e Inundação em Áreas Urbanas. Estudo de caso: Cidade de Belém. *Revista GeoAmazônia*, 2, 33 – 55.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia.n1v2p33-55>
- Santos, V. F. (2016). Dinâmica de inundação em áreas úmidas costeiras: zona urbana de Macapá e Santana, costa amazônica, Amapá. *PRACS*, Macapá, 9, 121-144.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18468/pracs.2016v9n3.p121-144>
- Silva Junior, O. M. (2010). *Análise de risco a Inundação na cidade de Alenquer-Estado do Pará (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Universidade Federal do Pará, Belém.
- Silva Junior, O. M., Szlafstein, C. F. (2013). A importância dos conceitos de Ameaça, Vulnerabilidade e Risco em Planos Diretores Municipais: Estudo de caso do município de Alenquer (Pará). *Revista GeoAmazônia*, 1, 64-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia.n1v1p64-80>
- Silva, S. F. da, Bitar, O. Y. (2016). Incidência de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações em municípios abrangidos pelo plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas Desastres Naturais. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, 4, 95-108.
Disponível em: <http://www.abge.org.br/uploads/arquivos/artigo6final2016060120472471708.pdf>
- Tucci, C. E. M. (2008). *Águas Urbanas. Estudos Avançados*, São Paulo, 22, 97-112. Recuperado de: www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf

CONCLUSÃO

Adélia Nunes

Departamento Geografia e Turismo, CEGOT e RISCOS,
Universidade de Coimbra (Portugal)
ORCID: 0000-0001-8665-4459 adelia.nunes@fl.uc.pt

Perante cenários futuros de alterações climáticas, com o consequente incremento de catástrofes de cariz hidrometeorológico, torna-se urgente e prioritário reduzir o risco através de esforços sistemáticos destinados a analisar e a gerir os fatores causadores de catástrofes, assim como reconhecer a(s) vulnerabilidade(s), no intuito de proteger, de forma mais eficaz, as pessoas, as comunidades e os países, bem como os meios de subsistência, o património cultural e socioeconómico e os ecossistemas, incrementando, assim, sua resiliência.

A resiliência refere-se à capacidade que um sistema, uma comunidade ou a sociedade, quando exposta a riscos, detém para resistir, absorver, adaptar e recuperar, de maneira tempestiva e eficiente, dos efeitos desastrosos dessa manifestação de risco, através, por exemplo, da preservação e restauração das suas funções essenciais e das estruturas básicas. Para tal, a tomada de consciência, coletiva e individual, assume um papel determinante na redução das manifestações de riscos e das consequências das catástrofes, permitindo a adoção de medidas/ações capazes de reduzir a vulnerabilidade, perante uma qualquer manifestação de risco.

Como refere o “*Marco de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes 2015-2030*”, embora os fatores de risco possam ser locais, nacionais, regionais ou globais, os riscos têm características locais e específicas que devem ser compreendidas para determinar as medidas de redução a aplicar. Acrescenta, ainda, a necessidade do desenvolvimento de uma ação focada nos âmbitos intra e inter setoriais, que deverá ser promovida pelos Estados nesses quatro níveis (local, nacional, regional e global) e que se distribuirá por quatro áreas prioritárias: (1) compreensão do risco de catástrofes; (2) fortalecimento da governança na gestão do risco de catástrofes; (3) investimento na redução do risco para incremento da resiliência; (4) melhoria na preparação para a ocorrência de catástrofes, com o objectivo de providenciar uma resposta eficaz na reabilitação, recuperação e reconstrução.

De forma mais ou menos explícita, as conclusões dos trabalhos vertidos neste livro vão no sentido do anteriormente definido: “necessidade de identificar as áreas susceptíveis a riscos”; “de reconhecer as vulnerabilidades”; “urgência na realização de estudos de risco”; “prioridade na adoção de ações de planeamento público no que se refere a infraestruturas e medidas mitigadoras, locais e regionais”; “soma do conhecimento científico e a participação da população no diálogo e transferência de saberes”; “necessidade de estabelecer relações de confiança que deverão ser alimentadas com diálogo e partilha de opiniões entre os diferentes grupos e agentes envolvidos no processo da tomada de decisão”; e “utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como uma ferramenta de suporte ao planeamento e à gestão do território”.

Fica, assim, a expectativa de que o presente livro inspire mais investigadores e decisores a participarem na crescente avaliação e gestão dos riscos, no ensejo de que possamos enfrentar os desafios atuais, bem como os futuros e, em particular, os relacionados com os contextos de grandes e profundas incertezas, relativas não só aos riscos analisados, mas também a outros emergentes.

SÉRIE
ESTUDOS CINDÍNICOS

Títulos Publicados:

- 1 *Incêndios em Estruturas. Aprender com o Passado;*
- 2 *Educação para a Redução dos Riscos;*
- 3 *Metodologia de Análise de Riscos através de Estudos de Casos;*
- 4 *Riscos Hidrometeorológicos;*

Volume em publicação:

- 5 *Pluralidade na Diversidade de Riscos;*

Tomos em preparação:

- 6 *Risco Sísmico - Aprender com o Passado;*
- 7 *Geografia dos Incêndios Florestais. 50 anos de Incêndios a queimar Portugal;*
- 8 *Efeitos dos Incêndios Florestais nos Solos de Portugal;*
- 9 *Floresta, Incêndios e Educação;*
- 10 *Redução do Risco e Educação.*

Luciano Lourenço é doutorado em Geografia Física, pela Universidade de Coimbra, onde é Professor Catedrático.

É Diretor do NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra e Presidente da Direção da RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Exerceu funções de Diretor-Geral da Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais, Presidente do Conselho Geral da Escola Nacional de Bombeiros e Presidente da Direção da Escola Nacional de Bombeiros.

Consultor científico de vários organismos e de diversas revistas científicas, nacionais e estrangeiras, coordenou diversos projetos de investigação científica, nacionais e internacionais, e publicou mais de mais de três centenas de títulos, entre livros e capítulos de livro, artigos em revistas e atas de colóquios, nacionais e internacionais.

Adélia Nunes é Professora Associada, com Agregação em Geografia, na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, onde exerce funções de docência e investigação.

É membro integrado do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), da Riscos (Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança) e do NICIF (Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais). Ingressou na carreira docente universitária em 1999. Em 2001 concluiu o Mestrado em Geografia Física e em 2007 o Doutoramento em Geografia.

Dinâmica da paisagem, riscos naturais e mistos e gestão de recursos naturais são as principais áreas de investigação, tendo publicado várias dezenas de trabalhos, onde se incluem capítulos de livros e artigos em revistas de especialidade. Desde 2008 colabora no Mestrado em Ensino de Geografia e em 2017 assume a Coordenação do Mestrado em Geografia Física, Ambiente e Ordenamento do Território.

RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA