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
Universidade Distrital Francisco José de Caldas

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.

**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**
ANALYSIS OF SUSCEPTIBILITY TO FLOODING IN
THE PARANOÁ LAKE BASIN BEFORE AND AFTER
THE CONSTRUCTION OF THE SETOR NOROESTE/
NORTHWEST SECTOR - FEDERAL DISTRICT BY
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS - GIS

Thiago Rocha Camara

Universidade de Brasília (Brasil)

ORCID: 0000-0002-8881-8813 thiagorocha.flu@gmail.com

Gervásio Babosa Soares Neto

Instituto Federal de Brasília (Brasil)

ORCID: 000-0002-5036-8757 Gervasio.neto@etfbsb.edu.br

Karla Maria Silva de Faria

Universidade Federal de Goiás (Brasil)

ORCID: 0000-0001-9381-932X karla_faria@ufg.br

Resumo: O objetivo deste estudo é determinar quais as áreas susceptíveis a alagamentos na Unidade Hidrográfica do Paranoá, nos anos de 1998 e 2016. A identificação de áreas susceptíveis a alagamentos é fundamental para o poder público como suporte ao processo de zoneamento urbano. Nesse sentido foram utilizados Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que são considerados como uma vasta

e poderosa ferramenta de suporte ao planejamento urbano. Como resultado foi constatado um aumento de aproximadamente 10.047 km² de áreas susceptíveis a alagamentos.

Palavras-chave: Unidade Hidrográfica do Paranoá, alagamento, SIG.

Abstract: This study aimed to determine which areas are susceptible to flooding in the Paranoá Hydrographic Unit in 1998 and 2016. It is essential to identify areas susceptible to flooding to assist the public authorities in the urban zoning process. Geographic Information Systems (GIS) were used for this, since they provide a comprehensive and powerful tool to support urban planning. The results of the analysis showed that there has been an increase of approximately 10,047 km² in the area susceptible to flooding.

Keywords: Hydrographic Unit of Paranoá, flood, GIS.

Introdução

Brasília começou a ser construída em 1955. Com as obras da nova Capital, tantas outras cidades brotaram. As primeiras foram chamadas de acampamentos de operários, depois, de cidades-satélites, hoje apresentam status de regiões administrativas do Distrito Federal. Vivem cerca de 2 milhões e meio de habitantes. Por sua vez, a região metropolitana de Brasília, a chamada região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal, compreendendo 20 municípios de dois Estados da federação - Goiás e Minas Gerais -, atingindo cerca de 3 milhões de habitantes

Apesar de ser consagrada pela UNESCO em 1987, como Patrimônio Cultural da Humanidade, Brasília cresceu e tem problemas que se agravam a cada dia, a exemplo das metrópoles e cidades litorâneas das quais ela se “emancipou” desde a sua origem, não apenas pelo seu posicionamento distante do litoral, mas pela sua própria con-

cepção urbanística e arquitetônica inovadora e “moderna”. Esses problemas tomam as formas de invasões dos espaços públicos, poluição visual, trânsito caótico, falta de acessibilidade e de transporte coletivo de boa qualidade. Além disso, a cidade luta para manter a sua qualidade ambiental no que dependa da integridade dos processos ecológicos e dos seus recursos naturais (Guimarães *et al.*, 2013). Deve-se levar em conta que, quando Brasília foi inaugurada, em 1960, já existiam as cidades de Taguatinga (1957), Brazlândia (1933) e Planaltina (anterior a 1892), onde os pioneiros do projeto de construção da nova capital se instalaram. Os funcionários públicos recém-chegados à capital foram se instalando na Asa Sul e Lago Sul. Enquanto isto, as cidades-satélites tomavam forma: Núcleo Bandeirante (ex-Cidade Livre); Sobradinho, formada por assentados transferidos das áreas alagadas da barragem do Paranoá; e Gama, ocupado pelas famílias que trabalhavam na pedreira para a barragem do Paranoá. Em 1968, foi inaugurado Guará I, um projeto de mutirão de funcionários públicos oriundos de Brasília, Taguatinga, Candangolândia, Vila Planalto, Gama e Vila do IAPI. Em 1972, foi inaugurado Guará II, como ampliação do Guará I (Morelli, 2002). Tudo isso atesta um processo acelerado de urbanização, para além das previsões dos planejadores e governantes (Guimarães *et al.*, 2013).

No início da década de 1970, para combater a ocupação irregular e a favelização, o governo do Distrito Federal decidiu instalar as famílias removidas das áreas de invasão em uma área ao norte de Taguatinga, que, mais tarde, recebeu o nome de Ceilândia (devido à CEI – Campanha de Erradicação de Invasões). Nesta época foi iniciada também a construção de algumas quadras da Asa Norte. Em 1976, Brasília estava com 50 % das áreas das asas Sul e Norte, e 90 % do Setor de Mansões ParkWay ocupados. Em 1980, devido à alta dos preços imobiliários e ao incremento populacional, parte da classe média foi se deslocando para as cidades-satélites. Em 1987, foi criado o Setor Sudoeste (Morelli, 2002). Assim, em poucos anos a cidade de Brasília foi se desdobrando e “colonizando” áreas peri-urbanas com cidades-satélites criadas para reverter a favelização e com condomínios privados, ampliando os impactos ambientais diretos de Brasília (Guimarães *et al.*, 2013).

A partir de 1990 inicia-se uma especulação imobiliária de grande escala e a formação de uma metrópole que avançou sobre mais áreas, sendo inauguradas as cidades de Samambaia e Águas Claras e implantados os núcleos urbanos de Santa

Maria, Riacho Fundo, Recanto das Emas e São Sebastião, que atraíram mais ainda populações de outras regiões do país (Morelli, 2002).

Junto com estas ocupações de espaços, a população do DF aumentou em escala geométrica. Em 1956 havia na região de Brasília 500 habitantes, em 1957 já eram 12.700 moradores, subindo para 64.314 em 1959, 127.000 em 1960 e 140.000 em 1962. No início dos anos de 1970 já havia 537,5 mil habitantes, dois terços deles morando em cidades satélites. Em 1980, a população passava de 1.2 milhão de habitantes, um quarto residente no Plano Piloto. Na década de 1990, este número subiu para 1.6 milhão, sendo metade deste efetivo, residente do Plano Piloto (Morelli, 2002).

Em 2009, a população do Distrito Federal foi estimada em 2.6 milhões de habitantes (IBGE, 2009).

O Setor Noroeste de Brasília teve sua construção iniciada em 2009, o Noroeste foi anunciado como o primeiro bairro sustentável do Brasil, como uma área de 243 hectares.

No plano urbanístico de Lúcio Costa para Brasília, a expansão urbana da cidade não estava prevista, a ideia do urbanista era a construção de cidades satélites fosse feita posteriormente ilustrando que, na época da construção, não havia previsão do tamanho do crescimento populacional que a cidade teria nos anos futuros

Hoje, Brasília tem 31 Regiões Administrativas (RAs) e a cada dia, novas expansões, cidades e bairros são construídos. O mais recente, e que se encontra ainda em obras é o Setor Noroeste, que já estava previsto nos planos de Lúcio Costa (no Relatório Brasília Revisitada), mas o projeto foi alterado, tendo sua área aumentada aproximadamente seis vezes como foi previsto na revista Brasília, 1885-1887.

Um dos fatores que contribuiu para o aumento de áreas suscetíveis a alagamentos foram várias construções que causaram a impermeabilização do solo como por exemplo o Estádio Nacional Mané Garrincha Antes da construção da arena, o espaço onde ficavam as pistas de atletismo e o campo de terra eram pontos importantes de absorção da água que desce do Palácio do Buriti. Com o solo coberto pelo asfalto, a enxurrada escorre para a via paralela ao Colégio Militar e desemboca na W3 Norte. O projeto de urbanização do entorno previa obras de acessibilidade e paisagismo, mas, devido a irregularidades, o TJDF suspendeu a licitação.

O setor noroeste também é um dos causadores desse aumento pois com as obras do setor, o terreno fica exposto e a parte mais fina da terra é carregada para a via principal. A lama se acumula em bocas-de-lobo, reduzindo a capacidade de escoamento da água. Duas bacias de contenção, no Parque Burle Marx, servem como depósito do volume pluvial que não escoar para a rede de drenagem, mas ambas sofrem assoreamento.

A primeira bacia, mais próxima ao bairro, é rasa, apesar de extensa. Por causa da quantidade de terra que desce nas chuvas, ela sofre assoreamento. A segunda bacia, perto da via do Setor Terminal Norte, é mais profunda e tem melhor sistema de controle do volume, mas sofre também com assoreamento e falta de manutenção. O resultado disso é o aparecimento de mato e lixo em seu interior.

O professor de engenharia civil e especialista em recursos hídricos Sérgio Koide acredita que a urbanização sem a infraestrutura necessária é um dos pontos-chave para prováveis problemas futuros. “Locais como Águas Claras e Vicente Pires foram ocupados de qualquer maneira, sem seguir planejamentos urbanísticos para assegurar estruturas básicas. Por mais que sejam feitas obras para reduzir os problemas de escoamento, por exemplo, dificilmente a situação será completamente resolvida porque novas áreas vão sendo ocupadas”, explica o engenheiro.

Segundo Koide, o excesso de obras sem estudos prévios leva à impermeabilização do solo e à consequente perda de locais para recarga de aquíferos subterrâneos.

Algumas consequências do mau planejamento do uso do solo já podem ser vistas. Caso dos recentes transtornos em períodos de chuva. “Grandes construções, como o Estádio Mané Garrincha, levam a uma impermeabilização do solo. O resultado é que as águas que escorrem no Plano Piloto ganham mais velocidade na descida, dificultando a absorção e acumulando em alguns pontos”, afirma o especialista.

Conforme descrito por Menezes *et al.* (2012), a bacia hidrográfica do Lago Paranoá, local onde se insere a área de estudo, passou por intenso processo de expansão urbana. Tal processo, em consonância com a lentidão do poder público, resultou na ocupação territorial desordenada, sem que tenha havido a análise adequada prévia de riscos ambientais e a delimitação de zonas de risco, tornando tal espaço suscetível há estes fenômenos e, principalmente, ao alagamento.

O estudo de susceptibilidade a alagamentos na unidade hidrográfica do Lago Paranoá se justifica pela necessidade de análise de risco e pelos potenciais prejuízos sociais e econômicos que este tipo de catástrofe pode ocasionar, bem como na escassez de estudos relativos à temática exposta para a área. Tal estudo poderá ainda servir de base ao poder público para proposição de ações que visem a redução de riscos, mitigação de danos e prevenção de acidentes. Assim o objetivo principal deste estudo é o de identificar as áreas susceptíveis a alagamentos ao longo de toda a bacia hidrográfica do lago Paranoá - Distrito Federal através do uso de ferramentas de SIG. Estas ferramentas serão utilizadas na definição de variáveis envolvidas no fenômeno, na sua integração e na geração de mapas de susceptibilidade.

De acordo com Satterhwaite (2007), as áreas urbanas apresentam risco de inundações em caso de chuvas intensas, pesadas ou prolongadas que acabam por produzir um grande volume de água na superfície. Estradas, edifícios e outras áreas de infraestrutura pavimentadas evitam que a água das chuvas infiltre no solo, fazendo com que a drenagem natural seja reduzida aumentando a escorrência superficial. Devido a isso os sistemas de drenagem urbanos ficam sobrecarregados.

Já na visão de Rios *et al.* (2002), enchentes ou cheias podem ser definidas como uma situação natural de transbordamento de água do seu leito natural, seja eles, córregos, arroios, lagos, mares ou oceanos provocados, geralmente, por chuvas intensas e contínuas.

Os alagamentos são definidos como acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ou não ter relação com processos de natureza fluvial.

Segundo Amaral e Ribeiro (2009), as principais combinações de condicionantes da ocorrência de inundação, enchente e alagamento são os condicionantes naturais: formas do relevo; características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; características do solo e o teor de umidade; presença ou ausência da cobertura vegetal; e os condicionantes antrópicos: uso e ocupação irregular nas planícies aluviais e margens de cursos d'água; deposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água; alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras).

Caracterização da área

Localização

A área escolhida para o estudo de susceptibilidade é a bacia hidrográfica do lago Paranoá, na região centro-oeste do DF (Distrito Federal). (fig. 1). Está situada na porção central do Distrito Federal, sendo a que apresenta maior concentração populacional, pois aí se localizam quase inteiramente as regiões administrativas de Brasília, Lago Norte, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo, Candangolândia, Cruzeiro e Guará, além de parte da RA (Região Administrativa) de Taguatinga. Constitui o nível de base local da drenagem de uma área de cerca de 1004,7 dentro do Distrito Federal, sendo a única Bacia Hidrográfica que está totalmente inserida no DF.

Fig. 1 - Localização da Unidade Hidrográfica do lago Paranoá.

Fig. 1 - Location of the Lake Paranoá Hydrographic Unit.

Hidrografia

Acerca da hidrografia, o DF é subdividido em três grandes regiões hidrográficas, sendo elas a Bacia do Rio São Francisco, a Bacia do Rio Tocantins Araguaia e a Bacia do Rio Paraná. O local de estudo se insere nesta última, localizada na porção cen-

tral do Distrito Federal e que ocupa uma área de 288.69 km², segundo SEMARH (1999), atingindo um contingente populacional expressivo por conter, quase que inteiramente, diversas Regiões Administrativas - RA.

A bacia do Paranoá tem o formato geral de uma cratera achatada, circundada por uma chapada irregular, cuja única abertura é a garganta do Paranoá. Ao centro eleva-se a “calota” ou colina do Cruzeiro, em cuja encosta leste-sudeste (E-SE) foi construída a cidade de Brasília. As principais nascentes brotam a oeste. Os córregos contornam a colina pelo Norte e pelo Sul, para formar o Paranoá, a leste. As nascentes do Torto e do Bananal (noroeste), estão preservadas pelo Parque Nacional de Brasília - onde se situa a captação de água para o abastecimento da cidade, na represa de Santa Maria.

Metodologia

A Metodologia é o estudo dos métodos. Ou então, as etapas que devem seguir num determinado processo.

O método utilizado para a obtenção dos resultados propostos foi baseado na classificação espacial através do algoritmo média ponderada, através da definição de variáveis pertinentes e a valoração de suas importâncias para a ocorrência do fenômeno estudado, elaboração de mapas temáticos segundo os critérios definidos e integração entre os dados gerados através do algoritmo, permitindo assim, a análise e discussão dos resultados obtidos. A integração dos dados através do método de classificação espacial por média ponderada é, segundo Muller (2012) a técnica mais utilizada em projetos que envolvam análise espacial.

O procedimento metodológico para a elaboração do estudo de áreas susceptíveis a alagamentos baseou-se nas seguintes etapas de trabalho:

- Aquisição materiais a serem utilizados: dados e bases cartográficas;
- Definição de variáveis participantes no processo e atribuição da respectiva relevância (peso);
- Elaboração de mapas temáticos;
- Integração dos dados;
- Análise e discussão dos resultados obtidos.
- Definição da metodologia apropriada para a identificação de áreas passíveis de alagamentos antes e depois da construção do setor noroeste de Brasília.

Método Utilizado

O método consiste, então, no processo de pesquisa e na escolha do caminho que nos irá levar ao objetivo pretendido.

Muller (2012), descreve o método como a inferência de pesos aos dados de entrada em função da importância destes para a hipótese em consideração, com a definição empírica de pesos e a soma ponderada dos planos de informação segundo sua importância relativa. Segundo Dias *et al.* (2005), o algoritmo classificador (média ponderada) é aplicado a uma estrutura de matrizes, no qual cada célula corresponde a uma unidade territorial, com a análise individual de pixel.

Conforme Muller (2012) o somatório dos pesos dos planos de informações (variáveis) ao ser normalizado passa a ser expresso no intervalo de 0 a 1, com a soma dos pesos significando a unidade. Para o presente trabalho, foram consideradas na avaliação as classes existentes em cada variável, com a atribuição empírica de valores conforme sua influência no evento estimado, com valores variando entre 1 a 5, de acordo com o menor ou maior grau contribuição da classe ao processo de alagamento de áreas, respectivamente. Tanto a integração dos dados quanto os processamentos anteriores foram realizados utilizando o pacote de ferramentas do ArcGis® e extensões associadas.

Com a integração de dados foi gerado 2 resultados finais, um mostrando áreas susceptíveis a alagamento na bacia do lago Paranoá no ano de 1998 e outro no ano de 2016, para chegar nesses resultados, foram considerados os componentes ambientais intrínsecos aos processos de alagamento de áreas, independentemente da precipitação incidente na área.

Geomorfologia (Declividade)

Novaes Pinto (1986, 1987, 1994) caracterizou a paisagem do DF em 13 unidades geomorfológicas, que por suas similaridades morfológicas se agrupam em três grandes macros-unidades típicas da região de Cerrado, sendo elas: Região de Chapada, Área de Dissecção Intermediária e Região Dissecada de Vale.

O parâmetro geomorfológico usado no modelo foi a declividade (TABELA I). O critério de declividade está diretamente associado à propensão ao escoamento ou acúmulo de água de uma determinada região. Tem-se que áreas planas apresentam maior probabilidade de alagamentos pela menor velocidade de escoamento que áreas montanhosas e escarpadas, que resultam maior velocidade (fig. 2).

TABELA I - Pesos Declividade do terreno.
TABLE I - Land slope weights.

Declividade do terreno	Valor	Peso
Plano	0-3	5
Suave ondulado	3-8	4
Ondulado	8-20	3
Forte Ondulado	20-45	2
Montanhoso	45-75	1
Escarpado	>75	1

Fig. 2 - Classes de declividade do terreno.
Fig. 2 - Classes of terrain slope.

Uso e Ocupação do Solo

O uso e cobertura do solo está diretamente associada a permeabilidade da região, de acordo com a destinação da mesma. Neste caso, espera-se maior tendência a retenção e infiltração de águas pluviais em áreas de mata nativa e reflorestamento e ao escoamento em áreas com maior grau de pavimentação, como áreas urbanas por exemplo.

O peso dado a cada uma delas se deu em base no nível de impermeabilização e na propensão ao escoamento das águas pluviais (TABELA II e TABELA III).

Foram criados dois mapas de uso e ocupação do solo um do ano de 1998 e outro de 2016 (fig. 3 e 4).

TABELA II - Pesos Uso e Ocupação do Solo 1998.

TABLE II - Land Use and Occupation 1998.

Uso e ocupação do solo 1998	Peso
Área urbana/solo exposto	4
Mata de galeria	1
Corpos d'água	5
Cerrado/reflorestamento	2
Campo/agricultura	3

TABELA III - Pesos Uso e Ocupação do Solo 2016.

TABLE III - Land Use and Occupation 2016.

Uso e ocupação do solo 2016	Peso
Área urbana/solo exposto	4
Mata de galeria	1
Corpos d'água	5
Cerrado/reflorestamento	2
Campo/agricultura	3

Fig. 3 - Classes de Uso e Ocupação do Solo 1998.

Fig. 3 - Classes of Use and Occupation 1998.

Fig. 4 - Classes de Uso e Ocupação do Solo 2016.

Fig. 4 - Classes of Use and Occupation 2016.

Tipos de solos

Dentre as diversas características e comportamentos que um solo pode apresentar, destacam-se para o presente estudo a capacidade de infiltração (permeabilidade), profundidade, textura e granulometria (TABELA IV). Dependendo da combinação desses fatores, as águas pluviais apresentarão maior tendência a infiltração ou ao escoamento quando entrar em contato com determinada classe de solo. Considerando as características físicas genéricas de cada classe de solo encontrada na bibliografia consultada, especialmente aquelas já citadas, considerados os fatores de maior importância para a velocidade de infiltração de águas (fig. 5).

TABELA IV - Classes de Solos.

TABLE IV - *Classes of Soils.*

Solo	Peso
Latossolo vermelho amarelo	2
Latossolo vermelho	2
Plintossolo peirico	4
Gleissolo haplico	5
Espodossolo ferriuvico	5
Cambissolo haplico	5
Lago, lagoa, Represa	1
Neossolo quartzarinico	2
Nitossolo vermelho	2

Fig. 5 - Classe de solos.

Fig. 5 - *Class soils.*

Acúmulo de Fluxo de Água

Tal variável está associada à declividade e conformação do terreno e é definida pela propensão da água a tomar determinado caminho ao longo do terreno, formando canais preferenciais de drenagem. Regiões identificadas como canais preferenciais de drenagem acumulam as águas pluviais locais e tendem a formar enxurradas (TABELA V). Tal dado foi derivado dos dados de MDE (modelo hidrologicamente consistente, Michael Hutchinson, 1988 e 1989). E modelo de direção de fluxo de água. De acordo com o grau de acúmulo de fluxo (fig. 6).

TABELA V - Classes de acúmulo de fluxo de água.

TABLE V - *Classes of accumulation of water flow.*

Acúmulo de fluxo	Peso
Mínimo	1
Baixo	2
Médio	3
Alto	4
Muito Alto	5

Fig. 6 - Classes de acúmulo de água.

Fig. 6 - *Classes of water accumulation.*

Integração de dados

A integração dos dados se deu com a sobreposição das variáveis citadas e a aplicação do algoritmo de média ponderada, com vistas à identificação das áreas passíveis a alagamento. Além dos pesos atribuídos às classes de cada variável, considerou-se também que cada uma delas apresenta graus de contribuição distintos para o fenômeno estudado, resultando assim na definição de pesos para cada uma destas, de forma a hierarquizar sua contribuição ao processo de alagamento. Foram definidos os seguintes pesos para cada variável: 20 % para Solos, 25 % para Uso e Ocupação, 30 % para Declividade e 25 % para Acúmulo de Fluxo de Água.

Esses cálculos foram feitos duas vezes mudando o Uso e ocupação, em um cálculo foi usando o de 1998 e no outro o de 2016, isso foi feito para poder constatar se aconteceu alterações nas áreas susceptíveis a alagamento nesse espaço de tempo.

No geral, considerou-se como semelhante a contribuição das classes Uso e Ocupação e Acúmulo de Fluxo de Água ao fenômeno, enquanto que a variável declividade apresentou peso maior por se considerar essencial ao processo de acúmulo de água e, de forma oposta, solos com menor peso, por se considerar que o mesmo recebe a influência das variáveis Declividade e Uso e Ocupação.

Por fim, a fórmula de suscetibilidade a alagamentos foi definida nas duas Equações abaixo:

$$\textbf{Equação 1: } "(0.20*\text{Solos}) + (0.25*\text{Uso e Ocupação 1998}) + (0.30*\text{Declividade}) + (0.25*\text{Acúmulo de Fluxo})"$$

$$\textbf{Equação 2: } "(0.20*\text{Solos}) + (0.25*\text{Uso e Ocupação 2016}) + (0.30*\text{Declividade}) + (0.25*\text{Acúmulo de Fluxo})"$$

Resultados e discussões

Usando como parametro para análise a Dissertação de Mestrado Avaliação de susceptibilidade à inundações utilizando geotecnologias para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Joinville/SC. Muller (2012), podemos verificar que os resulta-

dos estão corretos pois o autor afirma que a modelagem ambiental proposta, utiliza um sistema de informação Geografica por meio do aplicativo da plataforma ERSI, ArcGis, demonstrou resultado satisfatorio na avaliação da suscetibilidade a inundação, atestando a possibilidade de replicação do método para estudos de planejamento em outras bacias hidrográficas.

Através do cruzamento de dados e tomando como base o modelo proposto, foram identificadas as principais regiões susceptíveis ao processo de alagamento na unidade hidrográfica do lago Paranoá nos anos de 1998 e 2016. Foram definidas três classes de níveis de suscetibilidade: baixa, média e alta, conforme a propensão do terreno em acumular água (fig. 7).

Fig. 7 - Classes de suscetibilidade a alagamentos nos anos de 1998 e 2016.

Fig. 7 - Flood classes in the years 1998 and 2016.

O resultado final foi que do ano de 1998 até o ano de 2016 as regiões susceptíveis ao processo de alagamento na unidade hidrográfica do lago Paranoá aumentaram 1 %, pode parecer pouco, mas a área da bacia é de 1004.7 km² ou seja aumentou aproximadamente 10.047 km² o equivalente a mil campos de futebol (fig. 8).

O mapa de suscetibilidade a alagamentos (fig. 9) mostra que algumas áreas como a do Núcleo Bandeirante tem uma propensão de acontecer alagamentos por isso o governo do distrito federal junto com a admiração local tem que buscar medidas para combater esse problema.

Fig. 8 - Risco de alagamento 1998 (A) e 2016 (B).

Fig. 8 - Risk of flooding 1998 (A) and 2016 (B).

Fig. 9 - Suscetibilidade a alagamentos na bacia do lago Paranoá no ano de 2016

Fig. 9 - Susceptibility to flooding in the Lake Paranoá basin in 2016.

Outra área que mostra que tem grande suscetibilidade a alagamentos é a região do Lago Norte, mas lá foram feitas medidas mitigadoras e lá esse problema quase não é percebido, essas medidas devem ser tomadas em todas as regiões do Distrito Federal.

Nas fots 1, 2 e 3 mostra-se como os alagamentos podem causar transtornos para a população e como esse é um problema sério que precisa ser combatido, principalmente em áreas como a asa norte e o Núcleo Bandeirante aonde tem um histórico de alagamentos e todos os anos com as chuvas esse problema fica recorrente.

Fot. 1 - Chuva deixou alagada pista das quadras comerciais 102 e 103 Norte
(Fotografia: Vianey Bentes/TV Globo).

Photo 1 - Floor of commercial blocks 102 and 103 North left flooded by rainwater
(Photography: Vianey Bentes/TV Globo).

Fot. 2 - Alagamento pelo transbordamento do córrego Riacho Fundo em área da Vila Cauhy, no Núcleo Bandeirante (Fotografia: Corpo de Bombeiros/Divulgação).

Photo 2 - Flooding caused by the Riacho Fundo stream overflowing in Vila Cauhy area, in the Núcleo Bandeirante (Photography: Fire Department/Release)

Fot. 3 - Alagamento na tesourinha entre as quadras 110 e 210 da Asa Norte
(Fotografia: Corpo de Bombeiros/Divulgação).

Photo 3 - *Flooding in the little treasure between blocks 110 and 210 of the North Wing*
(Photography: Fire Department/Release).

Conclusões

A metodologia desse trabalho conseguiu alcançar o resultado esperado, ficou claro que existiu um aumento nas áreas susceptíveis a alagamentos na bacia do lago Paranoá, não só o setor noroeste, mas outras áreas também ajudaram para contribuir com o atual cenário de alagamentos na região.

A demanda populacional do Distrito Federal aliada à especulação imobiliária criou o Setor Noroeste, e outras novas áreas causando uma impermeabilização dos solos contribuindo para criação de áreas susceptibilidade a alagamentos

Outro problema recorrente do Distrito Federal é o Crescimento urbano desordenado aonde novas moradias são construídas em áreas inapropriadas, sem nenhum tipo de estudo ambiental.

Esse estudo desenvolvido nesse artigo é importante para identificar as áreas susceptibilidade a alagamentos assim o governo e as autoridades competentes podem criar medidas mitigadoras para tentar recuperar essas áreas e evitar problemas maiores no futuro.

Os alagamentos causam um transtorno para a população com a obstrução de vias e danos matérias por isso a identificação das áreas susceptibilidade a alagamentos é muito importante.

Referências bibliográficas

- Adâmolli, J., Macêdo, J. e Azevedo, L. G. (1986). Caracterização da região dos cerrados In: Goedert, W. J. ed. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina, DF]: EMBRAPA-CPAC / São Paulo: Nobel, p.33-74.
- Amaral, R, Ribeiro, R. R. (2009). Enchentes e Inundações. In: *Desastres Naturais, conhecer para prevenir*. Tominaga, L. K, Santoro, J, Amaral, R. (Organizadores). Instituto Geológico, São Paulo. p. 40-53.
- Amador, J. (2016). Zoneamento Ecológico e Econômico do Distrito Federal.
Disponível em: <http://www.zee.df.gov.br/noticias/item/2097-zee-df-na-m%C3%ADdia.html>
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA (2006). *Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Embrapa - Produção de Informação.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA (2004). *Mapa Pedológico Digital - SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma Síntese do Texto Explicativo*. Documentos Embrapa Cerrados.
- Guimarães, M. A., Cezar, K. G., Kowarick, M. A., Grando, R. C., Barbosa, T. M. F., & Le Tourneau, F. M. (2013). Histórico do uso do solo do Distrito Federal (DF) nas micro-bacias. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil*, 13.
- Hutchinson, M. F. (1988). Calculation of hydrologically sound digital elevation models. *Paper presented at Third International Symposium on Spatial Data Handling at Sydney, Australia*.
- Hutchinson, M. F. (1988). Calculation of hydrologically sound digital elevation models. *Paper presented at Third International Symposium on Spatial Data Handling at Sydney, Australia*.
- Martins, E. S., Reatto, A., Carvalho Junior, O. A. e Guimarães R. F. (2004b). *Evolução Geomorfológica do Distrito Federal*. Documentos. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF.
- Menezes, P. H. B. J., Roig, H. L., Almeida, T. Soares Neto, G. B. e Isaías, F. B. (2012). *Análise da evolução do padrão de uso e ocupação do solo na bacia de contribuição do Lago Paranoá – DF*. UNESP - Campus de Rio Claro –IGCE.
- Muller, C. R. (2012). *Avaliação de susceptibilidade à inundações utilizando geotecnologias para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Joinville/SC. (Dissertação Mestrado Profissional em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental)*. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.
- Oliveira, P. (2013). Era uma vez o cerrado. Disponível em: <http://www.imparesonline.com.br/2013/09/a-grande-mentira-do-setor-noroeste-o.html>
- Rios, J. L.P, Ignez Muchelin SELLES, Fernando IV RIKER, Walter Blinder. (2002). - *Revitalização de Rios*. Rio de Janeiro,
- Salomão, F. X. T. & Antunes F. S. (1998). Solos. In: Oliveira, A. M. S. & Brito, S. N. A. *Geologia de Engenharia*. São Paulo, SP, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE).
- Satterthwaite, D. (2007). *Climate change and urbanization: effects and implications for urban governance*. United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development.
- Morelli, Ana L. F. (2002). *Correio Brasiliense: 40 anos – Do pioneirismo à consolidação. Dissertação (Mestrado)*, Universidade de Brasília.

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