

territorium • 27(II)

REVISTA INTERNACIONAL DE RISCOS | INTERNATIONAL JOURNAL OF RISKS

APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO E CRIAÇÃO DE TERRITÓRIOS EM RISCO

Imprensa da Universidade de Coimbra
Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2020

(Página deixada propositadamente em branco)

territorium 27 (II)

Apropriação do espaço e criação de territórios em risco
Appropriation of space and the creation of territories at risk

Julho - Dezembro
2020

FICHA TÉCNICA

Proprietário / Proprietor

RISCOS^o - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Redação e administração / Editing and administration

(Toda a correspondência deve ser dirigida a;
Letters should be addressed to):

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança
Aeródromo da Lousã
Chã do Freixo
3200-395 VILARINHO, LSA
PORTUGAL
Tel.: +351 239 992 251; Fax: +351 239 836 733
E-mail: riscos@riscos.pt

Fotografia da capa / Cover photo

Mina de carvão em operação / *Coal mine in operation*

Fotografia / Photo: nettetal10 byPixabay

Edição / Edition

RISCOS^o - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança
IUC^o - Imprensa da Universidade de Coimbra

Paginação / Formatting and Layout

Mestre Fernando Félix

Resumos e legendas, revisão em inglês / Abstracts and captions, English review

Jean Burrows

Distribuição e Assinaturas / Distribution and Subscriptions:

Venda (vente; sale):

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança
Número avulso (single issue): 25,00 €

Assinatura anual (dois números + correio);

Annual subscription (2 issues + post charges):

Portugal: 50,00 €; Europa/Europe: 55,00€;

Outros países/Other countries: 60 \$USD

Pré-impressão e Impressão / Print Preview and Printing:

Simões & Linhares, Lda.
Rua do Fetal, Lote 5, 3020-923 Coimbra

Periodicidade / Periodicity

Semestral / Biannual

Tiragem / Print run

550 exemplares

Público alvo / Target audience

Professores, Agentes de Proteção Civil, Autarcas, Estudantes e Cidadãos.
Teachers, Civil Protection Agents, Politicians, Students and Citizens.

Arbitragem / Peer-review

Os artigos submetidos para publicação são sujeitos a revisão por
dois especialistas

Articles submitted for publication are subject to review by two experts
(double-blind)

Depósito Legal n.º 106376/96

ISSN Digital: 1647-7723

ISSN: 0872-8941

DOI: <https://doi.org/10.14195/1647-7723>

URL:

<https://territorium.riscos.pt/>
<https://digitalis.uc.pt/en/revista?id=107789&sec=5>
<http://impactum-journals.uc.pt/index.php/territorium>

Indexada em / Indexed in

CiteFactor, Dialnet; DOAJ; ERIH-PLUS; Europub database; Latindex; MIAR
(Annual ICDS 2019: 4.4); Open Academic Journals Index (CGIJ OAJI: 0,150);
Qualis da CAPES (2013-2016); REDIB; SJIF - Scientific Journal Impact Factor;
Sherpa Romeo | ReviewerCredits

Apoios:
Sponsors:



NOTA DE ABERTURA

INTRODUCTORY NOTE

O presente número da revista *Territorium* é dedicado à *Apropriação do espaço e criação de territórios em risco*, tema a que foi dedicado o III Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos e que, como é sabido, decorreu na Universidade da Uberlândia (Minas Gerais, Brasil), há sensivelmente um ano, mais precisamente, entre 17 e 19 de junho de 2019.

Esta edição reúne uma seleção de nove artigos, de entre os vários que foram submetidos, e que versam sobre diferentes temáticas relacionadas com a apropriação do espaço ou com a criação de territórios em risco, alguns dos quais resultaram de comunicações que foram apresentadas a esse Simpósio.

Assim, depois de um muito oportuno texto introdutório e de enquadramento, com uma importante reflexão teórico-metodológica sobre o tema em apreço e que permite explicar muitas das *tensões territoriais em curso*, segue-se um conjunto de quatro artigos que versam sobre diferentes aspetos dos riscos climáticos e dos riscos hidrológicos, aplicados a *territórios em risco* muito diferenciados da Argentina, do Brasil (2) e de Portugal.

Os artigos seguintes são dedicados a outro importante conjunto de riscos, os associados aos incêndios, não só porque se manifestam com grande frequência, mas também porque, por vezes, o fazem com elevada intensidade, quer em termos florestais, analisados no primeiro dos artigos, quer em termos urbanos, tratados no segundo artigo e, também, numa das notas finais.

Os dois últimos artigos distribuem-se, respetivamente, pelos riscos tecnológicos e pelos riscos sociais, o mesmo sucedendo com as duas outras notas, completando assim uma grande diversidade de *apropriação de espaços* com características bem diferentes e que criam *territórios em risco* com características bem distintos e que se localizam em diferentes estados, sobretudo do Brasil, pelo facto do Simpósio ter decorrido neste país.

Deste modo, continuaremos empenhados em tratar a diversidade dos riscos e das suas manifestações, através da alternância entre números temáticos mais abrangentes, como é o caso, e de outros mais especializados, dedicados a riscos mais específicos, de que são exemplo os publicados no ano passado, de 2019, e que versando sobre diferentes realidades geográficas, bem como sobre diferentes *territórios em risco*, permitem ampliar a internacionalização da *Territorium*.

The topic of this issue of *Territorium* is the *Appropriation of space and the creation of territories at risk*. This was also the theme of the III Ibero-African-American Risks Symposium, which, as we know, took place at the University of Uberlândia (Minas Gerais, Brazil), just over a year ago - between 17 and 19 June 2019, to be precise.

This edition contains nine articles, selected from those that were submitted. They deal with a range of topics related to the appropriation of space or the creation of territories at risk, and some of them are based on communications that were presented to this Symposium.

The introductory text is very helpful and sets the context with an important theoretical and methodological reflection on the subject under analysis. This helps to explain many of the *ongoing territorial tensions*. A series of four articles follow, and these deal with different aspects of the climatic risks and hydrological risks, applied to *at-risk territories* that are very different, in Argentina, Brazil (2) and Portugal.

The next articles concern another important set of risks, namely those associated with fires, not only because they occur very frequently, but also because they are sometimes extremely intense, either in forestry terms, analysed in the first article, or in urban terms, as examined in the second article and in one of the final notes.

The last two articles respectively cover technological risks and social risks, and the same happens with the other two notes, thus completing a great diversity of *appropriation of spaces* with very different characteristics. These create *at-risk territories* with very different features that are located in different states, mainly in Brazil, because the Symposium took place in that country.

Therefore, we will remain committed to addressing the diversity of risks and their manifestations by alternating between more comprehensive thematic numbers, like this current one, and more specialized ones, dedicated to more specific risks, examples of which were published in 2019. By dealing with different geographic realities, as well as with different territories at risk, it allows us to expand the internationalization of *Territorium*.

(Página deixada propositadamente em branco)

DE CAOS SISTÊMICO E DE CRISE CIVILIZATÓRIA: TENSÕES TERRITORIAIS EM CURSO*

ON SYSTEMIC CHAOS AND CIVILIZATION CRISIS: CURRENT TERRITORIAL TENSIONS

5

Carlos Walter Porto-Gonçalves

Universidade Federal Fluminense, Niterói (Brasil)

ORCID 0000-0001-5578-3231 cwpg@uol.com.br

RESUMO

Nesse artigo refletimos sobre o atual momento histórico-civilizatório que vivemos. Trata-se de um período histórico em crise, mas de uma crise que vai além da crise do capitalismo enquanto crise civilizatória. Trata-se de um período de caos sistêmico ou de crise de um padrão de poder/saber que nos governa há 500 anos. Portanto de uma crise de larga duração. As bases em que se sustentavam esse padrão de poder/saber - a dominação da natureza e de todos os grupos sociais que à natureza são assimilados - os indígenas/selvagens, os negros, as mulheres, os que operam com as mãos sejam proletários ou camponeses - começam a ser abertamente questionados por aqueles que, apesar de lutarem a mais de 500 anos, só agora pós 1950/1960 começam a ter voz. Reinventam, assim, suas relações com a natureza e a cultura, com o conceito de território desnaturalizando-o. Assim, diante de um dos mais intensos processos expropriatórios que a humanidade jamais viveu, como nos últimos 50 anos, emergem outras referências teórico-políticas sinalizando que estamos diante de outros horizontes de sentido não eurocêtricos.

Palavras-chave: Caos sistêmico, ruptura metabólica, antropoceno/capitaloceno, território-territorialidade-territorialização.

ABSTRACT

In this article we reflect on the current historical-civilizing times we are experiencing. It is a historic period in crisis, but a crisis that goes beyond that of capitalism as a civilizing crisis. It is a period of systemic chaos or crisis of a pattern of power/knowledge that has governed us for 500 years. Therefore, a long-term crisis. The foundations which underpinned this pattern of power/knowledge - domination of nature and all social groups that are regarded as similar to nature - the indigenous/savages, blacks, women, those who work with their hands, whether proletarians or peasants - are beginning to be openly questioned by those who, despite fighting for more than 500 years, only now after 1950/1960 are finding they have a voice. Thus, they are reinventing their relationship with nature and culture, with the concept of denaturalizing territory. Thus, faced with one of the most intense expropriation processes that humanity has ever lived through, as in the last 50 years, other theoretical-political references emerge, signalling that we are facing other horizons that are not eurocentric in direction.

Keywords: Systemic chaos, metabolic disruption, anthropocene/capitalocene, territory-territoriality-territorialization.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 11-03-2020, sujeito a revisão por pares a 17-03-2020 e aceite para publicação em 07-04-2020. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

6

“Limite entre saberes, limite entre disciplinas, limite entre países. Por todo lado se fala que os limites já não são rígidos, que os entes já não são tão ‘claros, distintos e definidos’ como recomendara René Descartes. Cada vez mais se fala de empresas internacionais, ou transnacionais ou multinacionais, assim como se fala de interdisciplinaridade, transdisciplinaridade ou multidisciplinaridade. Enfim, por todo lado são usados os prefixos inter, trans ou multi indicando que as fronteiras, sejam elas epistêmicas, sociológicas ou geográfico-políticas, se é que podemos separá-las, são mais porosas do que se acreditava” (Porto-Gonçalves, 2001).

Estamos navegando “por mares nunca dantes navegados” dissera o poeta português Luiz de Camões (1524-1579/1580). O verso do poeta se torna evidente quando sabemos o significado da aventura aos mares e ao desconhecido dos portugueses à época. No entanto, queremos tomar esses versos como uma grande metáfora do mundo que hoje vivemos, um mundo em transformação de tal modo que parece estarmos navegando em mares nunca antes navegados.

Estarmos navegando em mares que jamais navegamos nos coloca o desafio de nos indagarmos para que servem nossos mapas já que os mapas delineiam/marcam caminhos conhecidos. Para que servem nossos repertórios cognitivos - nossas teorias, categorias e conceitos - se estamos diante de outro mundo que, como tal, nos exige não só o domínio dos repertórios cognitivos conhecidos, mas sobretudo ousadia intelectual para buscar leituras que estejam à altura das grandes questões com que nos defrontamos?

Os anos 1960 foram ricos em formulações filosóficas e teóricas que punham em xeque as teses determinísticas e mecanicistas que dominaram amplamente a própria ciência até o século XX quando começam a ser abaladas pela teoria da relatividade, pela física quântica, pelo princípio da incerteza, com Albert Einstein (1879-1955) e Werner Heisenberg (1901-1976). Em 1960, René Thom, nos fala de Teoria da Catástrofe, Illya Prigogine, em 1961, de Teoria do Caos e, em 1970, Edgar Morin nos fala de uma Teoria da Complexidade. Por mais que os cientistas busquem emprestar precisão e rigor às palavras com que laboram transformando-as em conceitos e categorias não deixam, eles mesmos, de ser homens e mulheres que tomam os sentidos das palavras que usam como conceitos do mundo mundano em que vivem. *Incerteza, Relatividade, Complexidade, Caos e Catástrofe* são termos que estão longe da Causa e Efeito, de Determinismo, da Ordem e das Leis com que se faziam as Investigações científicas até muito recentemente. Tudo indica que os entes não estão dispostos como se imaginava até então.

Alguns autores como Immanuel Wallerstein, Giovanni Arrighi e Aníbal Quijano vêm caracterizando a quadra histórica que nos cabe viver como “caos sistêmico” ou como crise do padrão de poder e de saber que nos governa desde 1492. Convidam-nos, assim, a tomar em consideração uma história de larga duração (Fernand Braudel), de mais de 500 anos, cujo padrão de poder e de saber estaria em caos sistêmico pós-anos 1960, segundo Immanuel Wallerstein. História essa, e suas geografias nunca é bom esquecer, que se iniciara justamente quando o mundo se *desorientou*, no sentido geográfico bem preciso da palavra, isto é, quando o Oriente deixou de ser a principal economia mundo entre as várias economias mundo de então. Até então não havia uma economia mundial propriamente dita, mas sim várias economias mundo, conforme nos ensina Fernand Braudel. Até então, a Europa enquanto tal era uma região marginal diante do grande circuito comercial que se organizava em torno de Constantinopla e tinha o Extremo Oriente como horizonte, no limite, a China. O conceito de região funcional/região polarizada dialoga com o conceito de economia mundo de Braudel, daí manejarmos esses dois conceitos (I. Wallerstein, 2006). Registre-se que até o século XVIII, com a Revolução (nas relações sociais e de poder por meio da tecnologia) Industrial, a Europa pouco contribuía produtivamente para a economia mundial (Quijano, 2005) embora tenha passado a dinamizá-la com a entrada de ouro e prata vindos da exploração das Américas.

Assim, somente a partir de 1492, um sistema mundo começa a se constituir ao incorporar um outro continente, a América/Abya Yala, e só a partir de então a Europa passa a ter a centralidade geoeconômica e política e, pouco a pouco, geocultural que passaria a ter até muito recentemente. Reitere-se, entretanto, que até os inícios do século XIX, a China ainda permanecia como o centro geográfico dinâmico do sistema mundo (Gunder Frank, 2009 e Pomeranz, 2013).

Enrique Dussel vai nos ensinar que a Modernidade, o Capitalismo e a América têm a mesma data de nascimento. Chama-nos a atenção nessa tríade a presença da América como parte constituinte desse sistema mundo, ainda que na condição colonial. Afinal, é somente a partir de 1492, com o encontro desse continente que passaria a ser dominado pelos de fora como Índias Ocidentais/América - para os povos que aqui habitavam haviam outros nomes, como Anauac, Tawwantinsuyu, Pindorama, Wallmapu, entre muitos outros - que um sistema mundo propriamente dito se organiza tendo como *leitmotiv* a ideia e a prática de acumular capital, já ali abençoado pela Igreja. Pouco a pouco a ideia de que ganhar dinheiro era uma prática pecaminosa vai perdendo sentido. Essa ideia era tão enraizada que a região de mais intenso comércio em toda a Idade Média europeia, o Mar do Norte nas cercanias da foz do Reno, era conhecida como região de gente baixa, ou seja, de gente que mexia com dinheiro. Trata-se da região dos Países Baixos.

Não fora a riqueza em ouro e prata do continente que os europeus chamaram de Índias Ocidentais e a Europa não teria a centralidade que passaria a ter e que só se consolidaria como tal em inícios do século XIX. Em outras palavras, não podemos entender o lugar que a Europa pouco a pouco passaria a ter no sistema mundo sem a exploração da América. Nasce, assim, também o eurocentrismo, pois só se colocando como centro é que a Europa pode falar de Índias Ocidentais.

Assim, nasce um sistema mundo capitalista moderno-colonial cuja estrutura está baseada em relações centro-periféricas tendo como centro dinâmico a China até os inícios do século XIX e, desde então, em torno da Inglaterra e, depois dos EEUU. Saliente-se que desde 1492 a exploração (dos povos) da América e a inundação de ouro e prata dinamizou o comércio do sistema mundo que se reproduzirá colocando o Atlântico definitivamente como sua parte integrante. Observe-se que depois da integração do Atlântico ao sistema mundo em 1492 e a centralidade que a Europa Ocidental passará a ter desde inícios do século XIX, o mundo se vê hoje diante de um deslocamento em direção ao Pacífico, com o dinamismo das economias da China, da Índia e demais países da Ásia de Sudeste. Estaria o mundo se reorientando, conforme o sugestivo título do artigo de Andre Gunder Frank (2009), *ReOriente: Economía global en la Era Asiática*?

Além dessa dimensão propriamente geográfica, em si mesma de enormes implicações, que estaria presente na atual quadra histórica com o deslocamento da centralidade do sistema mundo do Atlântico Norte para o Pacífico, estaríamos ainda diante de algo mais que uma crise típica das rupturas de hegemonia características do próprio sistema mundo, mas estaríamos, sim, diante de uma crise civilizatória e, desse modo, mais que uma crise do capitalismo, como se poderia assinalar nessas diversas crises de ruptura hegemônica com implicações geopolíticas. Estaríamos diante de um caos sistêmico, ele mesmo de larga duração, de um sistema mundo capitalista moderno-colonial que nos governa desde 1492, diante de transformações da mesma magnitude daquela que o mundo experimentou no Renascimento. E como não há formação societária que não seja, ao mesmo tempo, espacial/geográfica é de outras configurações sociogeográficas que o mundo está em busca (Porto-Gonçalves, 2001).

Crise do Padrão de Poder e de Saber

O caos sistêmico é, segundo Giovanni Arrighi

“[...] uma situação de falta total, aparentemente irremediável, de organização. Trata-se de uma situação que surge por haver uma escalada do conflito para além do limite dentro do qual ele desperta poderosas tendências contrárias ou

porque um novo conjunto de regras e normas de comportamento é imposto ou brota de um conjunto mais antigo de regras e normas sem anulá-lo, ou por uma combinação destas duas circunstâncias. À medida que aumenta o caos sistêmico, a demanda de “ordem” - a velha ordem, uma nova ordem, qualquer tipo de ordem - tende a se generalizar entre os governantes, os governados, ou ambos. Portanto, qualquer Estado ou grupo de Estados que esteja em condições de atender essa demanda sistêmica de ordem tem a oportunidade de se tornar mundialmente hegemônico” (Arrighi, 1994).

Trata-se de uma situação/momento em que os princípios que estruturavam uma determinada Ordem entram em caos, entre eles o seu sistema de conhecimento, o que implica uma crise epistêmica e política. As coisas parecem estar fora do lugar. Talvez o primeiro sinal do caos sistêmico, por sua dimensão epistêmica e política, tenha sido o lançamento da Bomba Atômica pelos Estados Unidos contra a população de Hiroshima e de Nagasaki, no Japão, em 1945. Mais que um evento de guerra, que foi, foi um evento que marca uma crise civilizatória da modernidade e, em particular, da ciência, seu regime de verdade (Foucault, 2000), o que não é qualquer coisa. Afinal, a bomba atômica é um produto da ciência e marca o limite de um determinado modo de produção de conhecimento que tem por base o Antropocentrismo, ou seja, o Homem Todo Poderoso, que expulsara os deuses para os céus, e passara a reinar soberano na Terra, justamente em nome da ciência.

Esse Homem Todo Poderoso do Renascimento, potencializado pela revolução nas relações sociais e de poder por meio da tecnologia da máquina a vapor já no Iluminismo, acreditou que, finalmente, um novo conhecimento prático-eficaz havia superado aquele conhecimento especulativo tal como recomendara o primeiro filósofo verdadeiramente moderno, Francis Bacon (1561-1626). Falar em Revolução Tecnológica, como a Revolução Industrial, é olvidar que não é a tecnologia que produz revolução tecnológica que, sempre, é conformada por determinadas relações sociais e de poder. Daí a expressão “revolução nas relações sociais e de poder por meio da máquina a vapor” usada acima. A maquinofatura (fazer com a máquina) se impôs à manufatura (fazer com a mão) não simplesmente porque era mais produtiva, mas era mais produtiva porque tirou das mãos e dos corpos dos trabalhadores o poder de decidir o ritmo da produção - a produtividade - e colocou esse poder nas mãos/mentes de terceiros. Houve mudança nas relações de poder. Assim, quem determina o ritmo da produção não é mais o trabalhador. “Tempos Modernos” de Charles Chaplin explicitou isso com sua arte. Foi Bacon quem primeiro explicitou a máxima que “saber é poder”, como também a diferença entre a ciência que, segundo ele,

estaria preocupada com a verdade, e a tecnociência, que estaria preocupada com a eficácia, ou seja, não mais um conhecimento especulativo, mas prático-eficaz (de Oliveira, 2002).

Esse conhecimento prático-eficaz pode ser sintetizado num dos pilares epistêmico-políticos da Modernidade, a saber, a ideia-prática de *dominação da natureza*, outra máxima formulada explicitamente por Francis Bacon. E ser prático-eficaz no interior das relações sociais e de poder que começam a ganhar corpo a partir do Renascimento e da Revolução (nas relações sociais e de poder) Comercial, onde a ideia-prática de fazer o dinheiro (D) se tornar mais dinheiro (D'), na fórmula D-D', pressupõe aceitar que o dinheiro é riqueza e não sua expressão simbólica, uma cifra, um cifrão. Decifremo-la, pois. Tomo aqui em conta o sentido que Fernand Braudel e Immanuel Wallerstein consideram para caracterizar uma prática social como propriamente capitalista que, para eles, implica uma dimensão espacial, geográfica, a saber, aquela prática social que tira proveito de informação privilegiada sobre os preços em diferentes praças comerciais, informação essa que escapa à escala local, aos que vivem a escala local onde as informações se dão face a face. Daí é que emana a máxima que “o segredo é a alma do negócio”, ou seja, a informação privilegiada do negócio se torna o segredo da alma. Assim, a revolução comercial - mercantilismo - não pode ser compreendida fora da mudança de escala e, como tal, dos grupos/classes sociais que se realizam/afirmam em diferentes escalas. Afinal, as escalas são instituídas socialmente. É preciso considerar a geograficidade da história, suas escalas, por exemplo, e não somente a historicidade do espaço geográfico.

A mitologia grega, com Midas, já nos alertava sobre os efeitos dessa ilusão. Pressupõe aceitar, ainda, que o tempo se separa da vida, que o tempo se separa do espaço em sua materialidade/corporeidade. *Time is Money*, tempo é dinheiro, é uma expressão coerente em sua abstração, enquanto tempo que se separa da matéria em sua corporeidade, não mais o tempo enquanto corpo-espaço. Não confundir tempo e dinheiro com tempo enquanto riqueza. Afinal, se tempo é riqueza, desfrute-o enquanto tal, o que implica experimentá-lo na sua materialidade/corporeidade onde tempo-espaço são inseparáveis. Como nos ensina Midas, o dinheiro, o ouro, não mata a fome. O que mata a fome é a comida enquanto riqueza concreta e não abstrata. O mesmo com a sede que só se sacia com a água, qualidade da matéria concreta. O dinheiro não mata a sede. A ideia da supressão do espaço pelo tempo começa a fazer sentido, assim como a ideia de espaço e tempo como categorias abstratas independentes da matéria/dos corpos. A primazia do tempo sobre o espaço passa a se impor e, com isso, a violação/violência/desagregação da matéria/dos corpos, haja vista que a matéria/corpo

é espaço-tempo de modo inseparável. Francis Bacon foi explícito ao dizer que a natureza não revela sua verdade espontaneamente e que deveria ser torturada para revelá-la. O efeito prático dessa separação é que a aceleração do tempo leva à desagregação da matéria em suas formas, em seus modos processuais de ser/estar. A vida se torna vulnerável!

Com a colonização eurocêntrica do espaço pelo tempo, até mesmo a cartografia foi revolucionada com a Projeção Mercator (foi Gerardus Mercator (1512-1594), nascido Gerhard Kremer nos Países Baixos, quem nos deu a Projeção que leva seu nome: Projeção Mercator) oferecendo aos mercadores uma representação no mapa em que o espaço é medido em segundos e minutos das latitudes e longitudes e, assim, dando mais segurança aos negócios e aos negociantes que precisam ganhar tempo. Tomemos em conta que negócio é negar o ócio (*neg+ocium*). Estava aberto o caminho para chamar grupos/classes sociais e povos outros como atrasados, no tempo, e preguiçosos.

Enfim, “dominar a natureza”, conforme a máxima de Francis Bacon, se tornará fundamento da Modernidade, com toda a colonialidade implicada, pois pressupõe aceitar outra separação/dicotomia além de espaço e tempo, ou seja, aquela que separa Homem e Natureza inerente ao Antropocentrismo. Afinal, a máxima da “dominação da natureza” só tem sentido se o Homem está fora da Natureza. E “dominar a natureza”, implicava expulsar os deuses para os céus e a natureza, assim dessacralizada, podia ser dominada já que não havia deuses povoando-a.

Essa separação vai fundamentar, no sentido mais profundo do conceito, isto é, ser fundamento e, assim se constitui todo um pensamento fundamentalista que, como nos ensina Umberto Eco, é aquela ideia que prescinde de justificação: é fundamento, de toda a universidade tal como os europeus e o chamado mundo ocidental vai colonizar a produção de conhecimento em todo mundo.

A reforma do conhecimento formulada por Francis Bacon será a principal fonte de inspiração das universidades ocidentais e ocidentalizadas onde Ciências Naturais pouco dialogam com as Ciências Sociais; uma ciência preocupada com a produção e pouco com a reprodução, mais preocupada com o trabalho/com a técnica (negar o ócio) do que com a vida. O caráter patriarcal dessa ciência foi também explicitado por Francis Bacon num ensaio publicado entre 1602 e 1603 com o sugestivo título *The Masculine Birth of Time* (O Nascimento Masculino do Tempo). Assim, a natureza, no feminino, deve ser dominada pelo Homem, no masculino (Pires, 2008) Seguindo esta mesma linha de argumentação crítica, Wilshire (1997) explica que a lista dessas dicotomias é bastante antiga - remontando ao tempo de Aristóteles

- e que um dos seus mais fortes significados é aquele associado ao gênero. Para entendermos melhor esta leitura feminista da epistemologia científica, tomemos uma das mais significativas dicotomias produzidas por este tipo de conhecimento: natureza/cultura. Neste par, a Natureza é simbolicamente associada à feminilidade, representada pela figura feminina tanto nos textos quanto nas alegorias. A melhor descrição deste simbolismo foi elaborada por Francis Bacon, num texto publicado entre 1602 e 1603, com o sugestivo título *The Masculine Birth of Time: “Minha intenção é de comunicar a você não fantasias de meu cérebro, nem sombras provocadas pelas palavras, nem um rescaldo religioso. Não: alcancei a própria verdade levando a você a Natureza com todos os seus filhos para pô-la a seus serviços e fazer dela a sua escrava”* (Bacon *apud* Martensen, 1998: 146). Para Bacon, a ciência era uma atividade masculina, pois, no homem, acreditava-se predominar a mente ou o intelecto, sede da razão, a única faculdade mental que o levaria a conhecer e a dominar a Natureza em uma infinita transcendência de si mesmo na produção da cultura e da civilização. Bacon descrevia o conhecimento da Natureza usando o vocabulário das relações de gênero de sua época: uma questão de domínio do mais forte sobre o mais fraco; de soberania masculina e de subordinação feminina. A Natureza deveria ser conhecida na sua verdade para servir ao homem, ser sua ‘escrava’, o autor utilizava-se do vocabulário da dominação para melhor representar a relação que ele imaginava ser análoga ao conhecimento da Natureza” (Pires, 2008). Enfim, uma ciência da dominação da natureza e não uma ciência do cuidado! Mas não só a mulher foi assimilada à natureza. Todos os seres dominados/subalternizados foram/são assimilados à natureza.

Com isso, as epistemes/os saberes que não separam Homem de Natureza foram/são saberes desqualificados como inferiores, não-científicos e, com isso, são as múltiplas campesinidades e as múltiplas etnias/povos/nacionalidades e seus conhecimentos ancestrais que são desprezados. Epistemicídio e etnocídio caminham juntos com a Moderno-Colonização do mundo e, com isso, devastação/ecocídio de extensas áreas, quando não genocídio de povos e culturas com seus saberes/fazeres.

Denominá-los como atrasados se fez narrativa que justificava/naturalizava aqueles que presam a velocidade, a supressão do espaço pelo tempo, o negócio, a negação do ócio e o trabalho, antes um valor negativo, passa a ser positivo (neg+otium). Só o “trabalho dignifica o homem” vai fundamentar tanto filosofias que se consideram revolucionárias e anticapitalistas como filosofias ultraconservadoras, como a frase alemã - *Arbeit macht frei* - colocada nas entradas de vários campos de extermínio do regime *nazista* durante a Segunda Guerra Mundial, como em Auschwitz.

Com isso, povos outros que não os ocidentais são não-seres e os colonizadores/evangelizadores/invasores debateram até mesmo se tinham alma. Enfim, é de desperdício de experiência humana que se trata (Boaventura de Sousa Santos), em que a modernidade em seu afã de colonizar, despreza múltiplos conhecimentos que as humanidades inventaram. Há povos, como os quéchuas e os aimarás, que não têm sequer uma palavra para natureza. O equivalente homeomórfico (Pannikar, 2004) que apresentam para o que chamamos natureza é Pachamama, palavra composta por *pacha*, que significa espaço-tempo (os quéchuas e os aimarás não têm uma palavra para espaço e outra para tempo. Registre-se que a física quântica também não separa espaço e tempo) e *mama* que significa Mãe. Nem mesmo uma palavra para indivíduo, esse fundamento da lógica atomístico-individualista analisada por Cornelius Castoriadis (Castoriadis, 1982), já que, para eles, tudo é relação e relação de relação, conforme J. Estermann (Estermann, 2006).

Assim, se conforma toda uma geopolítica do conhecimento (Mignolo, 2001) como parte de uma estrutura de poder que, enquanto estrutura de saber, impôs ao mundo a ideia/prática da *dominação da natureza* e, com isso, a dominação de grupos/classes sociais, regiões e povos assimilados à natureza em suas múltiplas escalas e geografias.

Enfim, esse Homem Todo Poderoso que, de fora, haverá de dominar a natureza não é um homem genérico - *Homo sapiens sapiens*, mas um homem Branco, Varão/Macho, Moderno/Burguês-Gestor estatal/corporativo), em 1945, traz ao mundo a Bomba Atômica, um artefato capaz de acabar com as formas de vida conhecidas, artefato esse produto da mais refinada ciência, a Física. Enfim, não há melhor exemplo prático desse Homem Todo Poderoso que, desde então, passa a ter poder de vida e de morte. Com isso, fica abalado um dos fundamentos da promessa da Modernidade: o de que a ciência libertaria a humanidade. A ciência revela-se, então, que *não necessariamente* está a serviço da vida. E ainda seu caráter colonial euurocêntrico: a bomba atômica não foi jogada na Alemanha, mas sim no Japão.

Desde então, nenhum país poderia exercer plenamente sua soberania territorial, princípio das relações internacionais desde Vestefália, sem que dispusesse da bomba atômica. Enfim, a defesa da integridade territorial implicava dispor de um instrumento que punha a vida de todos sob ameaça. Tanto o Capitalismo Monopolista de Estado, sob hegemonia dos EEUU, como o Capitalismo de Estado Monopolista, sob hegemonia da URSS e, depois, da China, admitem ser legítimo usar uma tecnologia de morte para manter seus respectivos sistemas políticos. Os regimes societários estão acima da vida. O espectro da morte nos ronda desde então.

Um outro acontecimento, esse menos destacado, mas igualmente significativo da crise de poder/saber que se instaura, se deu em 1951, na Baía de Minamata, no Japão, quando pela primeira vez se constata que a contaminação por mercúrio daquela baía atingira toda uma comunidade de pescadores causando vítimas, inclusive mortes. Esse acontecimento põe por terra o argumento de que o ser humano escapa natureza, das cadeias tróficas e, com isso, se esvai a ideia de um ser humano separado da natureza, embora essa ideia/prática fosse um verdadeiro *nonsense* para muitos povos e comunidades ao redor do mundo.

A Natureza e as Geografias falam: o Giro Espacial do Conhecimento

A ideia/prática de *dominação da natureza* é fundamento *par excellence* da modernidade colonial e todos os grupos/classes sociais dominados/oprimidos/explorados foram assimilados à natureza. Como não-seres, ou como seres inferiorizados, estaria autorizada sua subalternização/colonização. Afinal, ninguém subalterniza/coloniza quem é igual. A colonização/dominação pressupõe a inferiorização do diferente, do outro, sejam mulheres, povos indígenas, povos negros, comunidades camponeses e trabalhadores braçais que devem se submeter àqueles que trabalham com a mente, afinal, espírito e matéria também estão separados e a mente deve comandar o corpo. Razão sem emoção, eis a razão que justifica a dominação das mulheres, seres que se deixam levar pela emoção. O estado territorial moderno que se institui com o Tratado de Vestefália, em 1648, reproduzirá na sua geografia política interna essa mesma relação assimétrica em que uma Cidade seja a cabeça, Cidade Capital, entendida como sede do poder, comanda o corpo da Pátria, o território, como se o poder estivesse num só lugar, na capital.

O que os anos 1950/1960 trazem ao debate são os mundos da natureza dominada falando/gritando: são as mulheres, os povos indígenas, os camponeses, os que trabalham/produzem riqueza e dela não compartilham, os povos inferiorizados pela cor na África, na Ásia e na América Latina, enfim, outras geografias que não a europeia começam a falar, a se descolonizar. Enfim, outros lugares de enunciação política vêm à cena.

Aquilo que, em 1928, Sigmund Freud havia designado como “mal-estar da civilização” parecia ganhar as ruas nos anos 1950/60, seja com a contracultura e, também, com a descolonização dos povos asiáticos e africanos, com os camponeses chineses em revolução com suas bandeiras vermelhas, com o movimento de não-violência ativa na Índia (Mahatma Gandhi), com os Panteras Negras e o movimento pelos direitos civis nos EEUU protagonizado sobretudo pelos negros (Malcom X, Martin Luther King, Ângela Davis), pelas mulheres (Ângela Davis,

Betty Friedan), pelos estudantes (Herbert Marcuse) e pelos gays (Revolta de Stonewall, em Nova York). Livros como a *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, nos mostrava o impacto negativo, no meio ambiente, do uso abusivo dos agrotóxicos organoclorados (DDT), ou como *Estratégia do Desperdício*, de Vance Packard, trata-se de uma obra que analisa melhor o problema da “obsolescência planejada” presente nos objetos produzidos pela indústria, que analisava com detalhe as diversas estratégias pouco éticas das empresas para incentivar o consumo de bens na sociedade americana da década de 50; ou documentos como a Carta de Barbados (1973), o Manifesto de Thianuanaco (1973) e filmes como *Pequeno Grande Homem*, de Arthur Penn, em 1970, e *O Estranho no Ninho*, de Milos Forman, em 1975, que trazem ao debate a opressão indígena nos mostram que camponeses e indígenas reivindicam um protagonismo próprio não tutelado, tal como Fausto Reinaga (1906-1994) falava de Revolução Índia, em 1970.

Surge, ainda, nas ruas o movimento ambientalista, um movimento com grupos/classes sociais diversos onde duas grandes questões foram postas em debate: o consumismo e a corrida armamentista. Enfim, questionava-se o enorme desperdício de riqueza seja (1) pelo consumismo desenfreado, sobretudo para as classes abastadas do primeiro mundo e as elites colonizadas pelo *american way of life* do terceiro mundo e (2) pela corrida armamentista que despejava bombas de *napalm* no Vietnã e levava ao paroxismo a corrida nuclear enquanto milhões de pessoas passavam fome, principalmente na África, na Ásia e na América Latina. *Faça Amor Não Faça a Guerra* e *Hiroshima Nunca Mais* davam o tom de uma nova subjetividade que punha em xeque o modelo civilizatório lá mesmo, em pleno Primeiro Mundo, onde ele parecia ter dado certo. Os *hippies* e os *beatnicks* com suas práticas antimaterialistas expressaram na Europa e nos EEUU esse mal-estar civilizatório. Mas não só: uma subjetividade revolucionária emergia no mundo não-europeu, com guerrilhas que iam do Vietnã à América Latina e ofereciam ícones como Che Guevara, Ho Chi Min, Mao Tse Tung, Patrice Lumumba, Nelson Mandela, Muhamed Ben Bella, Amílcar Cabral, Agostinho Neto e Samora Machel. Nas lides da ação política das esquerdas, a revolução cultural chinesa colocara em xeque o modelo soviético de socialismo que competia com o capitalismo com base na urbano-industrialização. O palestino Edward Said, nascido britânico em Jerusalém em 1935, haveria de inaugurar os chamados estudos pós-coloniais denunciando o *Orientalismo* como uma construção político-cultural do Ocidente. No Caribe e na África, a negritude afirma o negro como qualidade em *r-existência* (Franz Fanon, 2005 [1961]), e Aimé Césaire, 1956). Na América Latina, a Revolução Cubana (1959) leva à vitória aquilo que *Os Jacobinos Negros* (C. R. L. James, 2007 [1938]) não haviam conseguido consagrar

com a revolução de libertação integral haitiana (1804) levando ao clímax a luta camponesa que exigia reforma agrária em todo lado (Guatemala, 1944-1954; a frente liberal de esquerda na Colômbia pós-assassinato de Jorge Eliécer Gaitan, em 1948; a revolução boliviana de 1952; a reforma agrária no Peru (1969-1971), no Chile (1962-1973) e as Ligas Camponesas no Brasil (1955-1964)). Na América Latina, uma teoria própria indicaria os limites do desenvolvimento (Rui Mauro Marini, 1973); Gunder Frank, 2009; Theotônio dos Santos, 1978; Vania Bambirra, 2012) nos marcos do sistema dominante que se alimentava historicamente da dependência; no México, Pablo Gonzalez Casanova (2006) traz ao debate o tema do colonialismo interno explicitando que a colonialidade não se limitava às relações entre as metrópoles e as suas colônias, mas se dava no interior dos estados territoriais, mal chamados de estados nacionais, haja vista que em seu interior vivem múltiplas nacionalidades. Ainda na América Latina, a Igreja Católica faz uma aproximação profunda com a questão social com sua “opção preferencial pelos pobres” desde Puebla e Medellín, o que viria proporcionar uma enorme mobilização popular através das CEB (Comunidades Eclesiais de Base) ensinando, inclusive, teorias pedagógicas de novo espírito como a Pedagogia da Autonomia, de Paulo Freire (1997). Registre-se, ainda, o surgimento da Investigação Ação Participativa, com Orlando Fals Borda (1998) a partir da Colômbia.

Como se vê o mundo em suas diversas geografias começa a falar através dos *condenados da terra*, a partir daqueles e daquelas que foram assimilados à natureza. O *euurocentrismo*, com esse neologismo sugiro que se trata de uma mesma matriz civilizatória dos dois lados do Atlântico Norte, e sua colonialidade, o machismo/patriarcalismo, o racismo e o ecocídio começam a ser postos em xeque por gente de carne e osso. Enfim, os pilares do sistema de poder e de saber instituídos a partir de 1492 começam a ser questionados enquanto uma crise civilizatória que não podia ser reduzida a uma crítica ao capitalismo, embora essa crítica deva ser devidamente considerada. Afinal, o capitalismo, como salientamos, foi um dos vetores principais da expansão/invasão do sistema mundo moderno-colonial ora em caos sistêmico.

A Grande Aceleração: de Antropoceno, de Capitaloceno, de ...

O fim da segunda guerra em 1945 não só trouxe à tona a era da incerteza da vida com a bomba atômica. Colocou também à disposição do capitalismo estadunidense todo um arsenal produtivo que havia sido enormemente potencializado pelas grandes corporações que se desenvolvera durante a guerra. O advento da televisão favorecerá enormemente a expansão daquilo que Felix Guatarri viria chamar, mais tarde, de “*fabricação*

capitalística da subjetividade” (Guatarri e Rolnik, 2000) em que a indústria da publicidade e Hollywood cumpriram um papel fundamental na afirmação do *american way of life*.

Assim, uma poderosa máquina publicitária ideológica será posta em marcha para vender ao mundo um modo próprio de bem-estar a ser realizado pelo consumo, permitindo a realização dos lucros daquela poderosa máquina produtiva herdada da guerra. E, para isso, muitos aditivos químicos são adicionados aos produtos perecíveis que haveriam de ter seu valor de uso mantido por mais tempo evitando que se deteriore, pois se perdem seu valor de uso não podem realizar seu valor de troca e os lucros que são sua *raison d'être*.

E não só capacidade de produção exponencialmente potencializada pela indústria de guerra e pela máquina publicitária e de afirmação da hegemonia cultural em que Hollywood cumpriu um papel fundamental, contribuíram para afirmação da hegemonia estadunidense, mas também um complexo de poder industrial-militar se afirmou que, inclusive, mereceu um alerta crítico do General-Presidente Dwight Eisenhower (1890-1969) em seu discurso de despedida.

“Nos conselhos de governo, devemos precaver contra a aquisição de influência indevida, se procurado ou espontaneamente, pelo complexo militar-industrial. O potencial para a ascensão desastrosa de poder equivocada existe e vai persistir. Nunca devemos deixar que o peso dessa combinação colocar em perigo as nossas liberdades ou os processos democráticos. Nós devemos tomar nada como garantido. Apenas um cidadão atento e experiente pode obrigar a malha adequada das máquinas enormes industrial e militar de defesa com os nossos métodos e metas pacíficos, de modo que a segurança e a liberdade possam prosperar juntas” (D. Eisenhower. Extrato do Discurso de Despedida de 17 de janeiro de 1961).

Desde que H. Truman inventou, em 1949, a ideia de desenvolvimento (Arturo Escobar, 1996) e, com ela, a de subdesenvolvimento, não mais se fala de colonizar nem de civilizar os povos do mundo, mas de *desenvolvê-los*. Novo nome para velhas práticas coloniais, onde o outro deixa de ser outro e o melhor destino que lhes cabe é ser *desenvolvido* como os que os colonizam. Todos estariam condenados ao desenvolvimento. Chegou-se ao paroxismo de afirmar que o direito ao desenvolvimento era um direito humano fundamental, valha o etnocentrismo do que é chamado de humano.

O Banco Mundial se encarregaria de enviar suas Missões ao Terceiro Mundo e assim, novos missionários, técnicos, vão substituir os velhos missionários, religiosos, em sua nova pregação: “levar o desenvolvimento”. Ao contrário da biologia, onde cada ser vivo tem seu próprio gene e seu próprio tempo de vida e de reprodução, enfim,

de desenvolvimento, no caso do “desenvolvimento econômico e social” há um modelo a ser seguido: o dos países desenvolvidos. Registre-se que esses missionários invariavelmente nasceram ou foram educados nos países do Primeiro Mundo. Do outro lado do mundo, das periferias, podia-se ouvir a voz de Mahatma Gandhi (1869-1948) mostrando os limites dessa visão colonial. É seu o alerta: *“Para desenvolver a Inglaterra foi necessário o planeta inteiro. O que será necessário para desenvolver a Índia?”* (Mahatma Gandhi, s/d).

As novas tecnologias de comunicação vão permitir que as grandes corporações transnacionais controlem suas ações a distâncias cada vez maiores, inclusive em tempo real e, com isso, vão facilitar sua presença mais efetiva em cada canto do mundo, embora suas sedes permaneçam sobretudo na Europa, nos EEUU e no Japão para onde flui a mais valia global.

A revolução nos transportes (*container*, entre elas) vai permitir o deslocamento de volumes de matéria em proporções jamais vistas em toda a história da humanidade. As diversas geografias do mundo serão profundamente alteradas pela aceleração na exploração de matéria e energia, haja vista que a demanda aumentara de maneira exponencial. A tensão entre o tempo da lógica abstrata que mede a riqueza em dinheiro e que move a ação dos CEOs das grandes corporações, de um lado, e os *topoi* onde a vida se reproduz em suas complexas relações geograficamente diferenciadas e complementares da biota-biocenose e dos tempos próprios de produção/reprodução da vida prático-cultural dos povos indígenas e das comunidades camponesas. Para que se tenha um pouco desses números avassaladores consultar Luiz Marques (2015) em seu livro *Capitalismo e Colapso Ambiental*.

Os últimos 70 anos do pós-guerra são os 70 anos de maior devastação e expropriação de povos e comunidades camponesas de toda a história da humanidade! Em 1960, a população mundial, segundo a ONU, orbitava em torno de 3,2 bilhões de habitantes, dos quais 1,8 bilhões estavam na área rural e 1,4 bilhões nas áreas urbanas. Em 2015, segundo a mesma fonte, a população mundial era de 7,2 bilhões, sendo a população urbana de 3,8 bilhões e a população rural de 3,4 bilhões de habitantes.

Com a urbanização, a demanda de matéria e energia aumenta exponencialmente de modo que a pressão sobre os territórios dos povos indígenas e quilombolas e das comunidades camponesas é maior do que indica o já espantoso aumento demográfico, onde a população urbana passara de 1,4 bilhões, em 1960, para 3,8 bilhões, em 2015, um aumento de 271%! Acrescente-se que a “fabricação capitalística da subjetividade” se encarrega de fazer com que o que consumimos não só seja fisicamente obsoleto, como se viu com o obsoletismo planejado tão bem analisado por Vance Packard, como

também com o obsoletismo subjetivo como demonstrara Felix Guatarri, com a indústria da moda fazendo cair em desuso muitos objetos que bem poderiam continuar em uso (obsoletismo moral, havia chamado Marx).

O fenômeno da migração adquire enorme relevância e os limites dos valores do sistema começam a se mostrar: não só porque grandes massas de condenados da terra miram e migram para os lugares/cidades/regiões/países/continentes onde a riqueza está concentrada. Em reação a isso, nos EEUU e na Europa a xenofobia e o racismo se aguçam mostrando os limites do nacionalismo conservador, como o fascismo e o nazismo.

O sociólogo estadunidense Immanuel Wallerstein (2006) já nos havia alertado que a primeira geração dos que buscam esses lugares/cidades/regiões/países/continentes onde a riqueza está concentrada veem sua vida como melhor nesses novos sítios do que a vida que levavam nos lugares/cidades/regiões/países/continentes que se viram obrigados a abandonar. No entanto, a segunda geração, já nascida nesses novos lugares, tende a exigir maior participação na riqueza social e, com isso, se aguçam as condições de possibilidade de conflitos e de pressão sobre as condições metabólicas de reprodução da vida. Ou seja, tende a aumentar a conflitividade e a devastação se não formos capazes de sinalizar para outros horizontes de sentido para a vida.

Prestemos atenção: enquanto a demanda de matéria e energia se expande exponencialmente no espírito do *american way of life* para uma população urbana que havia mais que duplicado entre 1960 e 2015, a população rural do mundo, no mesmo período, passara de 1,8 bilhões para 3,4 bilhões, ou seja, aumentara em 1,6 bilhões de habitantes, quase dobrara! Jamais tivemos tanta gente vivendo no campo em toda a história da humanidade como hoje! Ou, se se preferir, a população rural era, em 2015, maior que a população mundial total em 1960! Em outras palavras, se os últimos 70 anos foram os 70 anos mais devastadores da história da humanidade e os 70 anos de maior expropriação de povos originários e comunidades camponesas, temos aqui uma das maiores expressões do caos sistêmico que vivemos, e de modo nada abstrato, nas diversas geografias do mundo e particularmente sofridas para etnias/povos/nacionalidades e grupos/classes sociais que passam viver sob permanente pressão em seus territórios ou abandonados à própria sorte nas periferias urbanas. Dos 3,8 bilhões de habitantes urbanos, 70% não estão nas cidades-luz prometidas pela modernização *eeurocêntrica*, mas sim em cidades africanas, latino-americanas e asiáticas! Enfim, periferias urbanas, esse sim o grande fenômeno sociogeográfico dos últimos 70 anos onde tanta gente foi jogada quando o estado foi convidado pela *troika* (BIRD, FMI e OMC) a se retirar de suas responsabilidades sociais com as políticas liberal-conservadoras.

Nos meios acadêmicos, a ideia de Antropoceno começa a ganhar vida sobretudo depois que o químico Paul Crutzen propôs, no ano 2000, esse termo para substituir o já consagrado pelos geólogos como Holoceno. Com essa ideia, a espécie humana - *Homo sapiens sapiens* - se torna um agente geológico-geomorfológico-climático nos marcos da tradição científica convencional de matriz euurocêntrica.

Segundo Maristella Svampa,

“O ingresso na nova era se deu a partir da Revolução Industrial, é dizer, com a invenção da máquina a vapor e o começo da exploração dos combustíveis fósseis, primeiro o carvão, logo depois o petróleo. A esta primeira fase se sobrepôs uma segunda chamada “A Grande Aceleração”, iniciada depois de 1945 e ilustrada por uma grande quantidade de indicadores da atividade humana que vão desde a maior petrolização das sociedades, a concentração atmosférica do carbono e do metano, o aumento de represas hidrelétricas, passando por mudanças no ciclo do nitrogênio, do fósforo e a drástica perda de biodiversidade. Todos esses indicadores dão conta de um impulso exponencial de impactos de origem antrópico sobre o planeta desde 1950 em diante” (Svampa, 2017).

O *Anthropocene Working Group*, grupo formado por cientistas da Universidade de Leicester e do Serviço Geológico Britânico, também afirma que o planeta teria ingressado numa nova era geológica, o Antropoceno. Esse grupo, em fins de 2016, com suas investigações com provas estratigráficas mostraram a presença de alumínio, de cimento concreto, plástico, restos de provas nucleares, o aumento do dióxido de carbono, a chuva radioativa, entre outras inscrições nos sedimentos, que haveria começado em 1950, com os resíduos radiativos das bombas atômicas, pois a marca que determina essa mudança são os resíduos radiativos do plutônio após os numerosos ensaios com bombas atômicas realizados desde meados do século XX (Svampa, 2017).

A ideia de Antropoceno, no entanto, expõe os limites do antropocentrismo nela implicado que, como salientamos, precisa ser devidamente qualificado. Afinal, a espécie humana - *Homo sapiens sapiens* - só existe por meio de relações sociais e de poder que concretizam seus múltiplos horizontes de sentido para a vida, em suma, seus modos de vida, mundos de vida, modos de produção, culturas e civilizações que emprestam significados às suas práticas. Enfim, a ideia de espécie humana que subjaz ao Antropoceno esconde o fato primordial de que a espécie humana só existe sob diferentes formas de ser humano com diferentes formas de relação sociais e de poder com suas condições de reprodução metabólica (terra/solo/subsolo-ar-água-fotossíntese/flora/fauna).

Não foi uma abstrata espécie humana que inventou a máquina a vapor e, mais do que isso, que a fez se tornar um “sistema técnico” universalizável, o que só foi possível como parte de um determinado modo de organização societário derivado do Iluminismo, primeiro pelo capitalismo (pela Burguesia) e, num segundo momento, pela disputa entre o capitalismo e o socialismo realmente existente (pelos Gestores), sobretudo no pós-guerra de 1945. Depois da IIª Guerra, o capitalismo em suas duas versões, o Capitalismo Monopolista de Estado, hegemônico pelo grande capital monopolista e geopoliticamente pelos EEUU, e pelo Capitalismo de Estado Monopolista, hegemônico pelos Gestores e geopoliticamente pela URSS até 1989 e, depois, pela China.

O mito da técnica, que se desenvolve junto com a geocultura ocidental (Wallerstein, 2006), inspirado em Francis Bacon e sua ideia de dominação da natureza, nos fez ver mais a máquina do que o combustível que a movia e que além de produzir *inputs* materiais positivos, produzia também vapor, lixo e dissipava energia sob a forma de calor. Esclareça-se que não existe sociedade sem técnica, sem saber fazer, sem *savoir faire*, sem *know how*. Tornar a técnica, ou melhor dizendo com Francis Bacon (Bacon *apud* de Oliveira, 2002), a tecnociência no centro da vida social faz parte do constructo da civilização europeia com o capitalismo. Afinal, como nos ensinara Milton Santos, o que faz diferir um objeto técnico de um objeto natural, é ser um objeto impregnado de intencionalidade que, como sabemos, se forja socioculturalmente. Mais uma vez, viu o homem fora de seu metabolismo olvidando a mensagem dos fisiocratas. No entanto, a grande transformação que a partir dali se dará é que a produção não mais visa diretamente a reprodução da vida e se destina aos que estão geograficamente ligados ao lugar onde se produz. Não, a produção cada vez mais se referencia numa escala supralocal, num mercado que deixa de ser o mercado local. Com a máquina a vapor aplicada aos transportes terrestres, ferrovias, de início e, depois, à navegação marítima (navio a vapor) os fósseis passaram a mover a produção e a circulação generalizando-se. Os diferentes lugares/regiões/povos do mundo que, até então, se moviam com base na energia solar/fotossíntese *de cada dia* passam, agora, a se verem desterritorializados pelo sistema técnico que se move com base no Sol/fotossíntese *de milhões de anos atrás* mineralizado sob a forma de carvão e de petróleo em jazidas que passam a ser disputadas a ferro e fogo. Nenhum país da periferia do sistema mundo terá paz se tem carvão, petróleo e gás. Afinal, carvão e petróleo não são matérias quaisquer, mas energia e, como tal, potencializam a capacidade de trabalho com a máquina a vapor. Não sem sentido a potência de um motor se mede em HP, isto é, em equivalentes de cavalo: HP - *Horse Power*. E o cavalo, antes, dependia da fotossíntese sob a forma de forragem

e deveria estar próximo da agricultura para se alimentar e alimentar as gentes com seu trabalho. A cidade, nesse contexto técnico com base na fotossíntese/no Sol nosso de cada dia, não podia se agigantar, o que já não se passa com o a generalização do uso do Sol de milhões de anos atrás, cuja fotossíntese está sob a forma de carvão e de petróleo. O carvão, embora concentrando equivalentes de cavalos, necessitava de uma logística complexa para ser transportado. O petróleo e o gás se autotransportam pelos oleodutos e gasodutos.

Não olvidemos, como nos ensinam as leis da termodinâmica que, no processo de trabalho, parte da energia se dissipa sob a forma de calor e não pode ser reaproveitada. E, no processo de trabalho, a transformação da matéria sempre implica separar o que é útil do que não é. Sempre há lixo/rejeito cuja distribuição na geografia do mundo em suas diferentes escalas se faz segundo as relações sociais e de poder, assim como a riqueza sob a forma de mercadoria é, também, desfrutada de modo desigual segundo as regiões e os grupos/classes sociais conforme a hierarquia do sistema mundo centro-periférico moderno/colonial. Uma geografia desigual dos proveitos e dos rejeitos.

Enfim, ignorar toda essa complexa tessitura geográfica, social e política para caracterizar a desordem ecológica em suas diferentes geografias atravessadas pelas relações sociais e de poder em nome do Antropoceno é regredir aos tempos em que Karl Marx (1818-1883) ainda estava próximo a Ludwig Feuerbach (1804-1872).

Outros conceitos haveremos de buscar para sermos mais precisos do que o de Antropoceno. Capitaloceno? Sim, na medida em que nos obriga a considerar que a espécie humana - *Homo Sapiens sapiens* - enquanto categoria biológica não dá conta da práxis humana que, sempre, se dá através de relações sociais e de poder culturalmente mediadas. Os próprios autores que vêm propondo o conceito de Antropoceno destacam o momento constitutivo da revolução (nas relações sociais e de poder por meio da tecnologia) industrial e sua máquina movida a fósil para caracterizar esse novo período em que a espécie se transforma em um agente geológico/climático. Já assinalamos que essa máquina proporciona maior capacidade de trabalho e, assim de transformação da matéria e, com isso, transforma a escala das relações sociometabólicas tanto em termos espaciais como geográficos. A escala local, onde se dão as complexas relações biocenóticas com a biota através dos tempos dos povos/grupos sociais e suas culturas que nessa escala se realizam, se vê dinamizada por outras temporalidades mediadas (1) pela concorrência entre os capitais entre si e (2) pela busca pelas classes proprietárias e gestoras de maior apropriação de sobretrabalho possível aperfeiçoando técnicas que lhes permitam fazer com que o trabalhador produza o equivalente de seu salário

no menor tempo possível. Quanto menor o tempo que o trabalhador produza o equivalente de seu salário, mantida a jornada de trabalho, o que uma tecnologia mais apurada permite, maior é o sobretrabalho. Eis o fetichismo da tecnologia, pois parece que é a tecnologia que gera mais valor, mas não o fato de que com ela o trabalhador (1) não só produza mais *output*, como também (2) produz o equivalente de seu salário em menor tempo. O capitalismo é uma religião, conforme destaca Walter Benjamin (Benjamim, 1985).

Há uma certa recusa em assumir o conceito de Capitaloceno por vários cientistas com a preocupação que a ideia fique capturada pela oposição entre liberais, em defesa do capitalismo, de um lado, e socialistas, de outro. A experiência histórica do século XX, apesar da polarização ideológica, nos mostra que as experiências que se reivindicaram socialistas também dilapidaram as condições metabólicas de reprodução da vida, ainda que por razões diferentes daquelas que nos ajudam a entender a degradação ambiental nos países capitalistas. Nos países capitalistas, sabemos, a economia ganha centralidade nas relações sociais e de poder e, no caso das sociedades socialistas é a política que comanda a economia (Foladori, 2005). Segundo Guillermo Foladori, nos países socialistas vários elementos devem ser considerados para entender a degradação ambiental, a saber:

- a) A tecnologia era uma tecnologia herdada do capitalismo de antes da consciência ambiental (antes dos anos 1970), uma tecnologia capitalista degradante em si mesma. Isto foi argumentado pelo ambientalista norte-americano Barry Commoner (1992);
- b) A parte da produção que os países socialistas vendiam no mercado mundial estava sujeita às leis do mercado, já que seus preços deveriam ser competitivos com os dos países capitalistas, de maneira que as mesmas leis econômicas do capitalismo se aplicavam para os ramos da economia dependentes do mercado exterior;
- c) Os planos de desenvolvimento estavam elaborados tendo como parâmetro a concorrência política com os países capitalistas. Concorrência na área armamentista, na segurança alimentar, na tecnologia etc. A guerra fria permeava os planos de desenvolvimento;
- d) Por último, e contraditoriamente, é conhecido que os defeitos da degradação ambiental são sentidos principalmente pela população como consumidora (antes do que como produtora), mas o socialismo real tinha poucos mecanismos para a participação dos consumidores na política, o que dificultava este tipo de expressão (Foladori, 2005: 44).

Pode-se argumentar que, mesmo com revoluções (URSS, China e Cuba) ou processos outros que instituíram regimes socialistas (países da “Cortina de Ferro” do

Leste europeu, por exemplo), a dinâmica da economia mundial permaneceu condicionada pela lógica do mercado capitalista onde o aumento da produtividade joga um papel importante ao lado do poder dos monopólios/monopsônios e oligopólios/oligopsônios (há exceções entre os países socialistas, como é o caso de Cuba, com o desenvolvimento da biotecnologia para substituir insumos químicos na produção agropecuária e como resposta às limitações de divisas e abastecimento de produtos químicos durante as últimas duas décadas (Foladori, 2005). Há que se considerar, ainda, a lógica territorialista que acompanha a lógica capitalista no sistema mundo, conforme nos ensina Giovanni Arrighi (1994). Assim, ao D-D', da lógica capitalista, devemos considerar a busca pelo controle territorial - T-T' - qual seja a busca pelo controle de mais territórios, enfim, de *inputs* naturais e de populações que possam ser submetidas a super-exploração do trabalho, sobretudo nas periferias do sistema.

A forma estatal, o estado territorial consagrado desde Vestefália, tem sua lógica própria associada à lógica capitalista que comandam, ambas, a dinâmica do sistema mundo moderno-colonial. Embora Karl Marx tenha afirmado que “o capital não tem pátria”, todo um sistema interestatal (de pátrias) foi conformado com o desenvolvimento capitalista, conforme bem explicitou Immanuel Wallerstein (2006). A forma Estado não pode ser compreendida sem sua forma Territorial enquanto forma de controle de um espaço geográfico - condições metabólicas de produção/reprodução da vida e de população -, enfim, de povos, haja vista que no interior dos territórios dos estados havia, sempre, diferentes etnias/povos/nacionalidades em situação de colonialismo interno (Gonzalez Casanova), condição ignorada pelo estado nacional que dissolve no nacional a diversidade territorial realmente existente.

Nos países socialistas, a forma estado prevaleceu em nome da primazia da política sobre a economia, na verdade pela primazia dos Gestores que controlavam os meios de produção através do estado com seus planos centralizados. O caso da União Soviética é emblemático haja vista que uma revolução política, a de 1917, teve o protagonismo dos *soviets* - conselhos populares que apontavam para a autogestão - que, pouco a pouco, foram sendo substituídos pela gestão centralizada, entenda-se pelos Gestores em nome do planejamento da economia. Enfim, a mão invisível do mercado foi substituída pela mão visível do estado através do partido. Em 1989, quando caiu a União Soviética, paradoxalmente, não havia nenhum *soviet* para defendê-la. A política saiu da sociedade - dos *soviets* - e se concentrara no estado, sobretudo em nome da maior eficácia do planejamento econômico. Tudo indica que os que protagonizaram o socialismo realmente existente olvidaram que a “Contribuição à Crítica da Economia Política”, subtítulo

de O Capital, nos indicava que Karl Marx, expoente maior dessa tradição teórico-política, fazia uma *crítica da economia política* e não uma obra de economia. Assim, a economia colonizou o pensamento político. E não só, a lógica territorialista do sistema mundo moderno-colonial ganhou novos contornos competitivos entre os blocos capitalista e socialista.

Assim, os cuidados com as condições metabólicas de reprodução da vida ficaram em segundo plano e a defesa do sistema por cada um dos lados, sobretudo no período da chamada guerra fria e da grande aceleração, passou a ser mais importante que a defesa da vida, o que levou o historiador marxista E. P. Thompson (Thompson, 1985), ele mesmo ativista da causa ecológica e anti-armamentista, a caracterizar o momento pós-segunda guerra como domínio do “modo de produção exterminista” em que uma tecnologia de morte se justificava para a defesa dos dois sistemas em pugna.

Além disso, as duas vertentes societárias estavam ambas obcecadas pela urbano-industrialização em que a dominação da natureza justificava a des-ruralização contra o campo e contra os camponeses, contra os povos *selvagens* (da *selva*, isto é, da natureza), contra o mundo rural, contra o mundo não-urbano, haja vista que estariam mais próximos da natureza. Talvez seja o caso de lembrar que, por ironia do destino, urbano é uma palavra que, em latim, deriva “de *urbanum* (arado)” de onde “vem o sentido de povoação, a forma física da ocupação do espaço de vida delimitado pelo sulco dos bois sagrados que marcava o território da produção e de vida dos romanos” (Monte-Mór, 2006: 11). Ou seja, desde a antiguidade europeia a cidade implica o sulco, a pegada, da sociedade na natureza.

Se alguma virtude há na ideia de Antropoceno é a de que os homens são parte da natureza, mas essa ideia é partilhada por muitos dos grupos/classes sociais/povos/regiões que foram bloqueados em sua reprodução metabólica e social por uma determinada civilização, a ocidental pós-Renascimento, que num determinado momento de sua própria trajetória pensou/agiu para organizar um sistema técnico e societário cujo *leitmotif* confundiu riqueza (qualidade/concreta) com dinheiro (quantidade/abstrata).

Enfim, não foi uma espécie humana genérica, mas sim o *Homo sapiens sapiens* numa forma social e de poder específica, a civilização ocidental impulsionada pelo capitalismo que, ao colonizar outros povos e regiões, limitou as condições de reprodução metabólicas, epistêmicas e políticas dessas outras civilizações. E não foram poucas.

O socialismo/comunismo como ideia/prática, igualmente nascido na Europa, se verá pouco a pouco aprisionado pela tradição liberal que, se contrapondo ao conservadorismo

da Nobreza e dos Senhores Feudais e, em nome da razão Iluminista, também viu na tecnociência, tal como Francis Bacon (Bacon *apud* Oliveira, 1992), um poderoso instrumento para a emancipação humana através da dominação da natureza. É preciso tomar isso em conta para discernir a fase atual do liberalismo pós-anos 1970 do liberalismo do século XIX. Há uma regressão histórica haja vista que as ideias liberais atuais se aliam a ideias conservadoras, ao contrário do liberalismo oitocentista que, talvez tenham sido melhor representados pela social democracia europeia e pelos regimes socialistas do século XX. Afinal, como nos esclareceu o luxemburguista Paul Mattik (Mattick, 1977), a diferença entre os socialdemocratas e os bolcheviques se dá pela forma como chegaram ao governo, um pelas reformas, a socialdemocracia, e outro pela revolução, os bolcheviques, mas não pela forma como exercem o poder sem o protagonismo das gentes comuns, dos povos, enfim, dos grupos/classes sociais em situação de subalternização. O exemplo dos *soviets* me parece emblemático. Tudo passa ser uma questão de Gestão desqualificando a autogestão que, no fundo, é a narrativa dos Gestores e seus planos racionais para garantir o desenvolvimento das forças produtivas. A emancipação humana viria pela tecnociência e não pela política, em suma, não viria pelo protagonismo dos grupos/classes sociais em situação de subalternização em busca de sua emancipação, como se viu na Comuna e Paris e nos *soviets*. Seria a tecnociência que nos proporcionaria as condições para o desenvolvimento das forças produtivas que libertariam os homens de seu sofrimento/alienação. A Razão Técnica se impôs à direita e à esquerda do espectro político. Enfim, Capitaloceno embora seja um conceito que avança para além do Antropoceno não dá conta da complexidade do que está em curso.

O Giro Territorial

O final dos anos 1960 e inícios dos 1970 acusaram as profundas transformações em curso advindas da “grande aceleração” e do “mal-estar da civilização” de um sistema mundo que, desde 1492, colonizara o mundo. Do ponto de vista do conhecimento, uma grande revolução se dera com o que foi chamado de giro espacial em que a primazia do tempo começa a ser posta em xeque para o que muito contribuíram as obras de Michel Foucault, de Henry Lefebvre e de David Harvey. Até mesmo a ONU chegou a convocar uma grande conferência em Estocolmo, em 1972, para debater o meio ambiente tomando como base o documento “Os limites do crescimento”, o Relatório Meadows que, em parte, procurava dar respostas à crítica do desperdício do consumismo e da corrida armamentista que vinha das ruas.

Mas, como salientamos, havia um movimento profundo em que muitas histórias começaram a ser contadas a partir de outras geografias, de outros lugares/regiões/países/continentes. O mundo passava não mais a ser

visto como se fossem etapas de um processo linear que colocava a Europa norte ocidental no ápice de um modelo civilizatório, como se cada lugar/região/país/continente do mundo fosse medido por um aparelho de medida do grau de civilização que bem poderia ser chamado de *eeurômetro*, me perdoe o leitor o neologismo. Enfim, uma temporalidade que via o mundo a partir de um tempo único, como se o mundo tivesse um só relógio, começa a ser abertamente questionada a partir de várias geografias, com a “natureza falando” a partir de um lugar/corpo mulher, de um lugar/corpo negro, de um lugar/corpo índio, com os Panteras Negras, com os Jacobinos Negros, com o *Se Me Deixarem Falar* de Domitila Chungara, mulher operária indígena dos Andes, com os *Condenados da Terra*, com a Carta de Barbados, com o Manifesto de Thianuanaco, com a *Revolução Índia* onde o próprio movimento indígena questionava o indigenismo que os tutelava e os *ninguneava*, com o questionamento do colonialismo interno (Gonzalez Casanova, 2006).

O mal-estar civilizatório no primeiro mundo se mostrara numa subjetividade rebelde, numa contracultura, o que indicava a busca de outros horizontes de sentido para a vida. A diversidade se mostrava um valor a ser respeitado e até mesmo uma filosofia pós-moderna pretendeu exprimi-la, mas seu próprio batismo como pós-moderno indicava a omissão de sua face colonial que, nas ruas e nas geografias colonizadas, gritava. Afinal, o sistema mundo que se constituía a partir de 1492 era moderno-colonial e se organizou em torno do racismo, do patriarcado, de uma colonialidade do saber, do capitalismo e em torno de uma forma geográfica de organizar as relações de poder original, a saber, o estado territorial desde o Tratado de Vestefália de 1648. Enfim, uma ciência surgida numa província do mundo e que se quer, única, uni-versal (versão única?). Diga-se, de passagem, uma ciência escrita sobretudo por homens, e não por mulheres, que, talvez, por isso fale mais de dominação da natureza do que de cuidado; fale mais de produção e menos de reprodução e fale mais de trabalho e menos de vida.

O espaço, até então negligenciado no campo do conhecimento, passa a ganhar importância. Até então o espaço não era posto em questão. No entanto, como as relações de poder se fazem através da organização dos corpos que, em suas relações conformam os espaços e suas geografias, não questionar o espaço indicava justamente que as relações de poder não estavam sendo postas em xeque. O espaço banalizada/naturalizava as relações sociais e de poder e, desse modo, as legitimava. Trazer o espaço ao debate é, nesse sentido, admitir que as relações sociais e de poder estão em debate, estão sendo desnaturalizadas. Que outros mundos estão pedindo passagem. Eis o espaço-tempo em caos sistêmico que nos cabe habitar em que se buscam outras territorialidades em processos de territorialização.

Em 1971, o Sr. Richard Nixon, Presidente dos EEUU, pôs fim unilateralmente ao padrão dólar-ouro e ao sistema *Bretton Woods*. A administração de Charles de Gaulle, na França, vinha reduzindo até 1970 suas reservas de dólar e, assim, a influência econômica dos Estados Unidos no exterior. Nos anos seguintes, quando os bancos centrais europeus mostraram a intenção de resgatar, em ouro, o máximo possível de seus inflados estoques de dólares, Richard Nixon, decidiu, em 15 de agosto de 1971, unilateralmente e sem prévio aviso, pôr fim ao que restava do padrão-ouro, acabando com a convertibilidade direta do dólar em ouro e quebrando o sistema de *Bretton Woods*. Os EUA não mais honrariam o compromisso assumido em 1944 e, pela primeira vez na história, o dólar tornava-se totalmente fiduciário e sem qualquer lastro em ouro. O dólar se impõe como A Moeda do mundo. Os EEUU põem em prática, ainda, uma ousada jogada geopolítica ao se aproximar da China Comunista se aproveitando das divergências sino-soviéticas que já vinham desde finais dos anos 1950. Esse fato, com certeza, contribuirá para a queda da URSS em 1989. Contribuirá, também, para afirmar o poder dos Gestores no interior do Partido Comunista chinês derrotando os que propugnavam por uma revolução cultural, que se aproveitariam das brechas para desencadear um dos mais espetaculares regimes de acumulação de capital atraindo para a China as maiores corporações capitalistas do mundo. Os negócios da China voltariam a comandar o comércio mundial. Uma aliança impensável até então, entre os Gestores do Partido Comunista da China e Wall Street e as grandes corporações capitalistas ocidentais, se estabelece. Com certeza o conceito de imperialismo tão debatido desde finais do século XIX e inícios do século XX, passa a ter uma fase além da última que um dos seus maiores teóricos, V. Lenin, lhe havia atribuído.

Começa, então, um ataque violento ao nacionalismo em nome da globalização. Tratava-se, na verdade, da resposta do grande capital ao nacionalismo revolucionário que grassava, sobretudo no chamado terceiro mundo, diferente do nacionalismo conservador, imperialista, que imperara na Europa e que levava a duas guerras mundiais e ao nazismo e fascismo. O sangrento golpe militar contra a curta experiência de socialismo democrático no Chile de Salvador Allende, em 1973, ensinaria a primeira experiência neoliberal que o mundo conheceria. É preciso não esquecer que essa experiência histórica que vem nos marcando nesse período histórico em crise começou sobre tortura e cadáveres numa das mais violentas ditaduras que o mundo conheceu com Augusto Pinochet. Abrir fronteiras se torna uma palavra de ordem não necessariamente libertária, sendo particularmente capturada pelo capital financeiro dolarizado. O slogan “Abaixo a fronteiras”, um brado das “barricadas do desejo” de 1968, foi brandido por um gerente de uma das maiores corporações do mundo,

o Sr. Jacques Maisonrouge, da IBM. O território como base do estado, um dos pilares da ordem mundial desde Vestefália, começa a ser abalado por cima.

Até mesmo a imagem da Terra vista do espaço, tal como um globo flutuando sem fronteiras, contribuirá para o imaginário da globalização. A globalização se naturaliza e, assim, a natureza daqueles que se afirmam nessa escala aparece como natural. O capital financeiro, na esteira do dólar sem lastro, promoverá uma desterritorialização generalizada. Para isso, o FMI, o GATT/OMC e o Banco Mundial, uma nova *troika*, passará a impor medidas de desregulação/novas regulações e, assim, o estado começa a se *des-democratizar* e a se *des-nacionalizar* retomando a feliz expressão de Anibal Quijano. As práticas neoliberais se encarregarão de demonstrar a centralidade do estado disputando seu controle com/contra os socialdemocratas, os nacionalistas revolucionários e aos socialistas/comunistas.

A Terra sem fronteiras acentuará a ideia de que vivemos numa casa comum. O tema da devastação/cuidado da natureza se torna uma questão política aberta para o que muito contribuiu a 1ª Conferência da ONU convocada para debater essa questão, em 1972, que, assim, acusava a força do movimento que vinha das ruas.

Nasce, assim, em 1972, um ambientalismo institucionalizado nos estados com secretarias de meio ambiente sendo criadas por todo lado, e nas corporações empresariais que criam departamentos de meio ambiente, quase sempre subordinados aos departamentos de *marketing*. Inclusive, o campo ambiental muito contribuirá para que novas formas de governo se estabeleçam através de organizações que se dizem não governamentais, mas cujo financiamento dependem dos estados e das empresas, duas instituições basilares do sistema mundo moderno colonial em crise. Na verdade, Organizações NEO-Governamentais. É preciso que entendamos que as empresas não são só instituições econômico-produtivas, que são, mas também instituições atravessadas por relações de poder, logo, instituições políticas. Os proprietários das empresas gozam de prerrogativas iguais às que os senhores feudais gozavam na Idade Média, enquanto proprietários que se querem com direitos absolutos.

A escala global passa a ser sobrevalorizada o que, no entanto, tende a esconder as múltiplas tensões escalares que lhes são subjacentes. As escalas não são abstrações e são constituídas através das relações sociais e de poder. No entanto, a colonialidade que atravessa o sistema mundo moderno em suas múltiplas escalas passou a ser abertamente questionada sobretudo ao final dos anos 1980. Para isso também contribuiu a queda da URSS e o fim da bipolaridade da geopolítica da guerra fria que impedira a emergência de outras opções políticas, os muitos horizontes de sentido para a vida política que

surgiam *desde abajo*, como se diz em bom espanhol, e que desde então passam a emergir.

“Não queremos terra, queremos território” passou a ser um brado ouvido junto a diversos grupos sociais que sofriam os efeitos práticos da “grande aceleração” contra seus mundos de vida e da bipolaridade ideológica. Desde então, um giro territorial aprofundava o giro espacial. Na Bolívia e no Equador, duas grandes marchas partiram de suas áreas mais periféricas em direção às suas capitais. Na Bolívia, partira das Terras Baixas e da Amazônia e, no Equador, da Amazônia Andina. Em ambas, as mesmas bandeiras: *Luta pela Vida, pela Dignidade e pelo Território*.

1. Com a *Luta pela Vida* indicavam a luta por todas as formas de vida, humana e não-humana e, assim, aportavam uma contribuição original ao debate sobre o que, em linguagem ocidental, chama-se natureza. Para os povos andinos, já vimos, a ideia de Pachamama não admite essa separação. Com isso, politizam o debate sobre a Natureza/a Pachamama;
2. Com a *Luta pela Dignidade* indicavam que seu modo de ser não-branco/não-ocidental é digno. É digno ser aimará, ser quéchua, ser guarani, ser ianomâmi, enfim, reivindicam a dignidade e o reconhecimento enquanto outro. Assim, politizam a cultura;
3. [Sobre o território] E como a cultura não pode existir sem as condições metabólicas de reprodução da vida reivindicam o território, ou seja, a terra/metabolismo da vida, mas não simplesmente como meio de produção, mas sim com horizontes de sentidos para a vida próprios. Não multiculturalismo, mas sim interculturalidade (Catherine Walsh), haja vista que há que se enfrentar as relações sociais e de poder que impedem a livre relação entre os diferentes e não simplesmente o reconhecimento das diferenças (turismo ecológico, folclorização) sem tocar nas relações sociais e de poder (pós-modernismo e seu multiculturalismo).

O conceito de território, até muito recentemente (1970/1980) se achava substantivado enquanto base territorial do estado. O território seria a base natural do estado. Todo estado tem seu território, diz a ordem do direito internacional desde 1648 (Vestefália). O estado territorial foi entendido como estado nacional e, com isso, as múltiplas nacionalidades/etnias/povos e, até mesmo, as clivagens de classes que existem em seu corpo foram diluídas naturalizando-as colonialmente como nacionais. O historiador Eric Hobsbawn (2008) nos informa que quando da unificação da Itália somente 2,5% da população do novo território falava italiano. E lembra da máxima de Mazzini, ideólogo da unificação italiana, que dissera “*acabamos de criar a Itália. Agora haveremos de criar os italianos*” (Eric Hobsbawn, 2008).

Desde o final da 2ª Guerra um rico debate passou a se travar nos fóruns internacionais e nos meios intelectuais sobre o destino de um povo, os judeus, que recém havia sido vítima de um dos mais horrendos massacres da história: o holocausto. Em 1952 o belga-francês Claude Lévi-Strauss publica o texto que viria se tornar um clássico: *Race et Histoire* pela UNESCO. Tratava-se de um debate que buscava garantir o respeito e os direitos às minorias étnicas no interior dos estados mal chamados nacionais, que teimavam em olvidar as múltiplas etnias/povos/nacionalidades que haviam no interior de seus territórios. Como indicamos, Robert Lafont, geógrafo occitano/francês denunciara em 1967 o colonialismo interno na França em seu livro *La Révolution Regionaliste* (Lafont, 1971 [1967] e haveria de inspirar o sociólogo mexicano Pablo Gonzalez Casanova que sistematizaria o conceito de colonialismo interno.

Os anos 1980 e, sobretudo os anos 1990, veriam o que chamamos giro territorial quando os movimentos indígenas, dos cimarrones/quilombolas/pallenqueros e campesíndios/indigenatos em luta por afirmar sua existência - R-existência - em resistência contra a expropriação que se generalizava com a demanda exponencialmente aumentada pela Grande Aceleração e pela corrida por afirmação da hegemonia entre EEUU e URSS e, com suas lutas, nos mostrarão que o território não é um substantivo, nem tampouco obra da natureza. Ao contrário é, sim, fruto de processos tensos e contraditórios. Foram esses grupos sociais que desnaturalizaram o conceito de território nos mostrando que há, sempre, uma tríade território-territorialidade-territorialização onde cada uma das partes só se esclarece pela outra. No centro dessa família conceitual está o poder, ou melhor, as relações sociais e de poder para controlar o espaço e as condições de reprodução da vida segundo regras/normas próprias.

Como se vê, com a máxima colhida nas ruas *Vida, Dignidade e Território*, estamos diante de outros horizontes políticos diversos dos que nos deu o Iluminismo com Liberdade, Igualdade e Fraternidade em que as direitas e as esquerdas se moveram e, com isso, colonizaram até muito recentemente o debate teórico e a imaginação política.

Ao trazerem essas questões para o debate, o território ganha outra dimensão quando esses grupos/classes sociais passam não mais a falar de estados nacionais, mas sim de Estados Plurinacionais, como se verá nas Cartas Magnas da Bolívia e do Equador. Cada vez mais em cartas e documentos políticos de movimentos populares se fala de povos, no plural, e não de povo, como no caso na Bolívia com o IPSP - *Instrumento Político por la Soberanía de los Pueblos* - e, no México, com a APPO - *Asamblea Permanente de los Pueblos de Oaxaca*. O nacionalismo tradicional está desafiado, mesmo aquele que se considera revolucionário, como o nacionalismo terceiro mundista.

Tanto na Bolívia como no Equador em suas recentes Cartas Magnas, os direitos da natureza são contemplados e, até onde sabemos, é a primeira vez que um estado moderno incluiu a natureza como portadora de direitos e esse fato ocorre justamente em dois estados modernos que estavam sendo descolonizados, ainda que de modo contraditório.

Epílogo

O filósofo francês Michel Serres em seu livro *Contrato Natural* faz alusão a um quadro - *Riña a Garrotazos* - do pintor espanhol Goya (1746 -1828) em que dois homens lutam com seus bastões e, na luta, se movimentam num determinado espaço (fig. 1). O espaço em que se movimentam não é um espaço vazio como costuma ser na tradição das ciências sociais que ignora o espaço e sua geografia. Não, ao contrário, o filósofo inspirando-se no pintor não deixa escapar que os dois lutadores se movimentam sobre um pântano. Não poderia haver melhor imagem do momento em que nos encontramos quanto à relação com a nossa casa, a Terra. Atentemos para o fato de que o jogo que os contendores jogam condiciona suas ações e na medida que nesse jogo ignoram as condições metabólicas que permitem a vida dos contendores, quanto mais se movimentem, mais se aproximam da morte. Como dissera André Gorz (Gorz, 2001), se todos lutam para ter um carro não teremos com isso o socialismo, mas sim o congestionamento do trânsito. Portanto, o socialismo não pode visar dar para todos aquilo que o capitalismo só proporciona para poucos. É de outros horizontes de sentido para a vida que o mundo/a humanidade carece.

Muitos autores vão falar de mudança paradigmática. Atentemos que os paradigmas são instituídos através de processos históricos geograficamente situados por grupos/classes sociais que os instituem. Se há paradigmas em crise isso indica que está em crise a sociedade para a qual contribuíram para instituir através dos grupos/classes sociais que instituíram esses paradigmas.



Fig. 1 - Duelo (Riña) a Garrotazos - Óleo sobre gesso, de Francisco de Goya, transferido para tela, 123 x 266 cm, Museu do Prado (Fonte: https://es.wikipedia.org/wiki/Duelo_a_garrotazos).

Fig. 1 - Duel with Cudgels - Oil on plaster, by Francisco de Goya, transferred to canvas, 123 x 266 cm, Prado Museum (Source: https://es.wikipedia.org/wiki/Duelo_a_garrotazos).

Vimos como o Antropocentrismo não era um Homem genérico, mas sim um Homem Varão, um Homem Branco, um Homem Proprietário Privado/Burguês/Gestor (Não esqueçamos que a propriedade privada priva quem não é proprietário. Os não-proprietários ficam, assim, sem poder dispor de seu corpo inorgânico (terra-água-fotossíntese), privados das condições metabólicas de produção/reprodução da vida). A separação homem-natureza se inscreve, assim, no âmago das relações de poder das sociedades de classes contemporâneas. Registre-se que a eliminação da propriedade privada a transformando em propriedade do estado, como ocorreu na maior parte dos países que se reivindicaram socialistas, mantiveram a separação através da gestão centralizada no estado enquanto instituição hierárquica. Afinal, são os Gestores, enquanto classe social, que controlam e determinam o destino a ser dado ao conjunto das condições materiais de produção/reprodução da vida, que do alto de seu saber técnico se dispõem fazer a gestão (Gestores) para as gentes comuns. No caso da ex-URSS, foi grande a tensão política entre os Gestores e os soviets que apontavam para autogestão. Marx, depois de acompanhar atentamente a experiência da Comuna de Paris em 1871, se convenceu que a Comuna era a *forma da revolução* e que uma confederação de comunas contribuiria para eliminar a separação entre a sociedade e o estado. E, ao final da vida, ao responder à carta de Vera Zasulich reiteraria essa ideia ao ver nas comunidades de aldeia russas (obschina) uma das bases do comunismo (Shanin, 2016)). Tanto o liberalismo como o socialismo são nascidos na Europa e portadores do *eeuurocentrismo*. É preciso descolonizar o pensamento (e a política). Assim, há que se buscar no mundo mundano os processos históricos e os grupos/classes sociais que estariam em condições de oferecer outros horizontes de sentido para a vida. Quem sabe esses grupos/classes sociais que nos oferecem outros repertórios de temas/questões/valores possam nos inspirar a fazer outros mapas que nos ajudem a navegar nesses outros mares. A questão é, portanto, epistêmica e política.

Bibliografia

- Arrighi, G. (1994). *O Longo Século XX*. Contraponto/Unesp, São Paulo.
- Bambirra, V. (2012). *O Capitalismo dependente latino-americano*. Editora Insular - IELA, Florianópolis.
- Benjamin, W. (1985). *Magia e técnica, arte e política: Ensaios sobre literatura e história da cultura*. Obras escolhidas, v. 1. 1 ed. Trad. Sergio Paulo Rouanet. São Paulo: Brasiliense.
- Castoriadis, C. (1982). *A Instituição Imaginária da Sociedade*. Ed. Paz e Terra, São Paulo.

- Cesaire, Aimé (2006 [1956]) Carta a Maurice Thorez. In Cé- saire Aimé, Discurso sobre el colonialismo. Akal Edicio- nes, Col. Cuestiones de antagonismo, Madrid, 77-84.
- Commoner, B. (1992). *En paz con el planeta*. Barcelona: Crítica, Drakontos.
- Escobar, Arturo (1996). *La Invención del Tercer Mundo: Construcción y Deconstrucción del Desarrollo*. Norma ed., Santa Fé de Bogotá.
- Estermann, J. (2006). *Filosofía andina: sabiduría indígena para un mundo nuevo*. La Paz, ISEAT, 2ª edición.
- Fals Borda, O. (Org.). (1998). *Participación popular: retos del futuro*. ICFES/IEPRI/COLCIENCIAS, Bogotá.
- Fanon, F. (2005 [1961]). *Os Condenados da Terra*. Ed. UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais.
- Foladori, G. (2005). *Degradação ambiental no capitalismo e no socialismo*. Outubro: *Revista de Estudos Socialistas*, N. 13.
- Foucault, M. (2000). *A Palavra e as Coisas: uma arqueologia das ciências humanas*. Ed. Martins Fontes, São Paulo.
- Frank, A. G. (2009). ReOriente. Economía global en la Era Asiática. Conclusiones historiográficas e implicaciones teóricas. In *Revista Crítica y Emancipación*, (2): 95-140, primer semestre 2009. Ed. Clacso, Buenos Aires.
- Freire, P. (1997). *Pedagogia da Autonomia*. Ed. Paz e Terra. Rio de Janeiro.
- González Casanova, P. (2006). “O Colonialismo Interno”. In Borón, Atílio. *Marxismo Hoje*. Clacso, São Paulo/ Buenos Aires.
- Gorz, A. (2001). *Crítica da Divisão do Trabalho* (coletivo). Martins Fontes, São Paulo.
- Guatarri, F. e Rolnik, S. (2000). *Micropolítica: cartografias do desejo*. 6. ed. Petrópolis: Editora Vozes.
- Hobsbawn, Eric (2008). *Nações e Nacionalismo desde 1780*. Ed. Paz e Terra, São Paulo.
- James, C. R. L. (2007 [1938]). *Os Jacobinos Negros*. Ed. Boitempo, São Paulo.
- Lafont, R. (1971 [1967]). *La revolución regionalista*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Marques, L.(2015). *Capitalismo e Colapso Ambiental*, Ed. Cia das Letras. São Paulo.
- Marini, R. M. (1973). *Dialéctica de la dependencia*, México D.F., Ediciones Era.
- Martensen, R. (1998). A transformação de Eva: Os corpos das mulheres, medicina e cultura no início da Inglaterra moderna. In: *Conhecimento Sexual, Ciência Sexual: A História das Atitudes em Relação à Sexualidade* (R. Porter & M. Teich, org.), São Paulo: Editora UNESP, 133-164.
- Mattick, P. (1977). *Integração Capitalista e Ruptura Operária*. Ed. Regra do Jogo, São Paulo.
- Mignolo, W. (2001). *Histórias Locais. Projetos Globais*. Ed. UFMG, Belo Horizonte.
- Monte-Mór, R. L. (2006). O que é urbano no mundo con- temporâneo. In *Revista Paranaense de Desenvolvi- mento*, n.º 111, jul-dez 2006. IPARDES, Curitiba.
- Oliveira, B. J. D. (2002). *Francis Bacon e a fundamentação da ciência como tecnologia*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Panikkar, R. (2004). Seria a noção de direitos humanos um conceito ocidental. *Direitos humanos na sociedade cosmopolita*. Rio de Janeiro: Renovar, 205-238.
- Pires, B. T. (2008). *A Presença de Francis Bacon na Enciclopédia (Dissertação de Mestrado em História da Filosofia)*. Apresentada ao Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas.
- Pomeranz, K. (2013). *A Grande Divergência. A China, a Europa e a Formação da Economia Mundial Moderna*. Lisboa, Edições 70.
- Porto-Gonçalves, C. W. (2001). Da Geografia às geo-grafias: um mundo em busca de novas territorialidades. In: Ceceña, A. E. y Sader, E. (Coords.) *La Guerra Infinita: hegemonía y terror mundial*. Buenos Aires, Clacso, 2001.
- Quijano, A. (2005). Dom Quixote e os moinhos de vento na América Latina. *Revista Estudos Avançados. Dossiê América Latina*. Vol.19 no.55. São Paulo Set./Dez.
- Santos, T. dos (1978). *Imperialismo y dependencia*. Ed. Era, México.
- Shanin, T. (2016). *Marx tardio e a via russa - Marx e as periferias do capitalismo*. Ed. Expressão Popular, Rio de Janeiro.
- Svampa (2017). *Debates latinoamericanos: indianismo, desar- rollo, dependencia, populismo* (1ª edición). Edhasa.
- Thompson, E. (1983). *A Miséria da Teoria*, Rio de Janeiro, Zahar ed.
- Thompson, E. (1985) *Exterminismo e Guerra Fria*. Ed. Brasiliense, São Paulo.
- Wallerstein, I. (2006). *Impensar as Ciências Sociais*. Editora Ideias e Letras, São Paulo.
- Wilshire (1997). Os Usos do Mito, da Imagem e do Corpo da Mulher na Re-Imaginação do Conhecimento. In *Gênero, corpo, conhecimento*. Jaggar, Alison M. e Bordo, Susan R. [editoras]. Rio de Janeiro: Record: Rosa dos Tempos, 1997.

O RISCO CLIMÁTICO NA AGRICULTURA DO BRASIL NO CONTEXTO DE FERRAMENTAS DE BUSCA (BIG DATA)*

THE CLIMATE RISK FOR BRAZILIAN AGRICULTURE IN THE CONTEXT OF SEARCH TOOLS (BIG DATA)

21

Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro

Fundação Getúlio Vargas (Brasil)

ORCID 0000-0002-3198-1679 rodrigo.rudge@fgv.br

Samia Nascimento Sulaiman

Universidade Federal do ABC

Laboratório de Gestão de Riscos (Brasil)

ORCID 0000-0002-2789-2286 samia.s@ufabc.edu.br

RESUMO

Este artigo analisa a visibilidade do tema de risco climático, ligado à agricultura, no Brasil através de ferramenta de busca do *big data*, uma área do conhecimento que estuda grandes conjuntos de dados, com amplo uso nas redes virtuais. Foi realizado levantamento quantitativo de publicações gerais e científicas, com um recorte temporal de 10 anos (entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018), a partir da ferramenta de busca online do Google (*Google Trends*, *Google Busca Brasil* e *Google Acadêmico Brasil*) e palavras-chave, isoladas e combinadas (“clima”, “agrícola”, “rural”, “urbano” e “cidade”). Os resultados indicaram que, apesar de os impactos e os prognósticos do risco climático na agricultura terem fortes consequências sobre a economia brasileira, não foi encontrado volume considerável de publicações com esse enfoque, ainda mais se comparado ao volume gerado com enfoque no urbano, que demonstrou ter maior pertinência social e científica do campo ligado aos riscos climáticos. O uso de *big data* como uma ferramenta de diagnóstico sobre a produção e a busca de informações de relevância social nas redes virtuais mostrou-se ser uma oportunidade para identificar lacunas de pertinência social e orientar melhor estratégias de sensibilização e conscientização para o enfrentamento dos desafios das mudanças climáticas. Contudo, são necessários estudos complementares, comparando com outros buscadores de informação.

Palavras-chave: Risco climático, agricultura, rural, *big data*.

ABSTRACT

This paper analyses the visibility of the climate risk issue linked to agriculture in Brazil through a big data search engine, an area of knowledge that studies large data sets, with wide use in virtual networks. A quantitative data survey of general and scientific publications, with a 10-year timeframe (between January 2009 and December 2018) using Google's online search tool (*Google Trends*, *Google Search Brazil* and *Google Academic Brazil*), and keywords, alone and combined (“climate”, “agricultural”, “rural”, “urban” and “city”). The results indicated that although the impacts and forecasts of climate risk for agriculture have strong consequences for the Brazilian economy, the number of publications focusing on these aspects was not extensive, especially compared with the amount that have an urban focus. This proved to be of greater social and scientific relevance to the field linked to climate risks. The use of big data as a diagnostic tool in the production and search for socially relevant information in virtual networks has proved to be an opportunity to identify gaps in social relevance and to better guide awareness strategies to meet the challenges of climate change. However, further studies involving comparison with other information browsers are needed.

Keywords: Climate risk, agriculture, rural, *big data*.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 03-07-2019 sujeito a revisão por pares a 31-10-2019 e aceite para publicação em 13-03-2020. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Nas últimas décadas, a internet democratizou a criação, o acesso e a análise de grandes conjuntos de dados designados genericamente por *big data*. A internet, assim, permite novas possibilidades de estudos por via de uma ciência social computacional como oportunidades de pesquisa (De Moraes, 2018). E oferece meios para que a atenção humana coletiva em determinados tópicos possam ser mesurados, sendo termômetros de tendências sociais em um processo cada vez maior de interação da sociedade com tecnologias (Preis *et al.*, 2013).

Paralelamente à democratização da ciência de dados, a mudança climática global rapidamente se tornou uma das questões mais urgentes da nossa era. A ciência do clima traz novos dados, métodos e desafios de avaliação e apresenta uma grande oportunidade para a pesquisa em *big data*. Ao observar os avanços da ciência nos últimos anos e a atual configuração tecnológica proporcionada pela internet, é possível encontrar fortes indícios de que uma próxima grande oportunidade de pesquisa em sistemas naturais, em específico o estudo de riscos naturais, será a análise de grandes bancos de dados (Souza *et al.*, 2013).

O progresso de análise de dados observado do uso em de *big data* na ciência do clima tem sido mais lento em comparação com o sucesso do *big data* em outros campos como a publicidade (Faghmous e Kumar, 2014). Novas tecnologias de coleta, processamento e armazenamento de dados geram o *big data*, mas sua definição pode ser subjetiva pela própria dinâmica da evolução tecnológica, sendo compreendida como dados com maior variedade que chegam a volumes crescentes e com velocidade cada vez maior em um processo dinâmico de inserção de novos dados (Junior, 2012; Koo, 2014; Taurion, 2013). O apoio em abordagens de *big data* para adaptação climática é uma lacuna de oportunidade à espera de ser preenchida (Ford *et al.*, 2016). O uso de *big data* como uma ferramenta de análise comportamental representa uma oportunidade para enfrentar os desafios do século XXI incluindo as mudanças climáticas e seus efeitos (United Nations Global Pulse, 2012), que no Brasil têm aumentado os desastres naturais.

Os desastres naturais identificados no Brasil relacionados com riscos climáticos são devido principalmente a eventos de estiagem e seca, inundação brusca e alagamento, inundação gradual, vendaval e/ou ciclone, tornado, granizo e geada, e se observa um crescimento de ocorrência e seus impactos, no comparativo das décadas 1991-2000 e 2001-2010, segundo os dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991-2010 (CEPED-UFSC, 2011). Dentre a alteração de aspetos climáticos, destaca-se o aumento da frequência, intensidade e duração de eventos relacionados ao calor e aumento

da intensidade de fortes precipitações (IPCC, 2019). O risco climático se insere em um contexto interligado entre alterações do clima e processos socioeconômicos (IPCC, 2014), como consequência potencial resultante da interação entre perigo e vulnerabilidade.

O Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) em 2014 trouxe a perspectiva científica da problemática que ganhou repercussão na agenda mundial para a redução das emissões de gases de efeito estufa no contexto do desenvolvimento sustentável (Acordo de Paris), bem como medidas de adaptação e resiliência frente aos eventos extremos ligados às mudanças climáticas (Marco de Ação de Sendai e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Destacou, ainda, a importância da necessidade contínua de pesquisa sobre mudança climática em áreas rurais para permitir identificar opções de adaptação, especialmente para classificar as áreas mais vulneráveis, populações e categorias sociais (Dasgupta *et al.*, 2014).

Os eventos extremos provenientes das mudanças climáticas impactam as atividades agrícolas, que são suscetíveis à dinâmica do clima, bem como as pessoas que dessa atividade vivem, que podem ser vulneráveis aos efeitos negativos dessa dinâmica, a partir de um processo socialmente construído (Soriano e Valencio, 2010). No contexto de alterações do clima, os riscos climáticos são intensificados, em um sistema amplo de interações em seus múltiplos impactos, especialmente os impactos no setor de agricultura (Mora *et al.*, 2018). Afetam, assim, a produção agrícola e as populações ligadas a ela, ameaçam a produtividade de cultivos, aumentam os riscos de desastres por excesso de água (inundações e deslizamentos de terra), ou escassez (períodos prolongados ou inesperados de seca e estiagem) e ameaçam os ativos e setores.

As condições meteorológicas constituem um dos principais fatores que condicionam o desenvolvimento da produção agrícola. A agricultura é uma atividade econômica que depende em grande escala das condições climáticas, cujo resultado apresenta uma variabilidade interanual acentuada. O impacto de fatores climáticos, como o aumento da temperatura, nas culturas agrícolas pode alterar os diferentes estágios de crescimento e desenvolvimento de cada planta, e gera consequências que podem agravar os efeitos na sua produtividade. O aumento da concentração de CO₂ também tem efeito direto sobre o crescimento das plantas e a produtividade das culturas, uma vez, variando de acordo com a cultura analisada na escala de tempo e desenvolvimento, e a taxa de fotossíntese diminui por conta desse aumento, (Walter *et al.*, 2010; Pinto *et al.*, 2000).

Com a mudança do clima e o processo de intensificação e modernização dos sistemas produtivos, cada vez mais os sistemas de gestão de risco ganham importância nas diferentes cadeias produtivas da agricultura (Wandscheer

et al., 2012). Dada a importância da agricultura para a economia brasileira, em média de 24% do PIB entre 2009 e 2018 (CEPEA, 2019), e a expectativa de intensificação de eventos que aumentam os riscos associados à produção agrícola, a gestão dos riscos é tema estratégico para o Brasil (EMBRAPA, 2018). Alguns estudos têm indicado que, por conta das alterações do clima, deverá ser alterado o zoneamento agrícola brasileiro.

No Brasil existe um importante instrumento que é o zoneamento agrícola de riscos climáticos na prevenção de perdas em função do tipo de cultura e localização geográfica para as próximas safras, para fatores como precipitação, temperatura, *deficit* hídrico, ocorrências de geadas e granizos, disponibilidade de água no solo, evapotranspiração real e potencial, estiagem agrícola e veranicos. Realizar o plantio no momento adequado reduz os riscos da ocorrência de eventos climáticos adversos na lavoura (MAPA, 2017). Compreender o risco climático é componente fundamental de uma estratégia de adaptação da sociedade ligada à produção agrícola, tendo claros conceitos como o de perigo (de ocorrência de evento climático adverso), exposição (ou presença de pessoas e ativos em lugares onde possam ser afetados adversamente) e vulnerabilidade (ou predisposição ao risco). Esse conhecimento e sua difusão justificam um maior esforço para prevenir o impacto de extremos climáticos em espaços rurais.

No entanto, a comunicação de risco é um conceito relativamente novo, caracterizado pelo processo de troca de informações de uma perda esperada (Moraes, 2013). É importante, nesse contexto, desenvolver estratégias adequadas de disseminação e comunicação de resultados científicos para a população. Esses processos e meios podem ser mais eficientes a partir da compreensão do interesse da sociedade pelo tema, o que é possível pela pesquisa em *big data*.

Dessa forma, é efetuada uma análise sobre a visibilidade de riscos climáticos, com foco nos impactos na agricultura, por meio de dados de ferramentas de busca digital. Destacamos que, em virtude de novas ferramentas de coleta e análise de dados, é possível analisar empiricamente os dados por país e período determinado. No presente estudo, portanto, analisamos dados de uma das mais populares ferramentas de busca de *dados online*, o Google, usada por pesquisadores e pela sociedade em geral para aceder a conteúdos, notícias e publicações acadêmicas.

A pesquisa parte da premissa de que a análise em ferramentas de busca, como o Google, com uso de palavras-chave e/ou tópicos, possibilita desvendar os assuntos de maior interesse do público, bem como avaliar a sazonalidade ou progresso de algum assunto durante um período de tempo, o que consideramos importante para o tema dos riscos climáticos, em especial na agricultura brasileira.

Materiais e métodos

A pesquisa, de natureza exploratória e quantitativa, adotou, como método de coleta de dados, a busca *online* de publicações e acessos no *big data* em repositórios abertos, com um recorte temporal de 10 anos, entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018. A busca foi realizada com termos em português em três ferramentas gratuitas de pesquisa do Google, a saber: (i) *Google Trends*, que permite acompanhar a evolução do número de buscas por uma determinada palavra-chave ao longo do tempo; (ii) *Google Busca Brasil*, que possibilita fazer na internet uma pesquisa de publicações; (iii) *Google Acadêmico Brasil*, que fornece acesso a diversos livros, artigos, teses, resumos e disciplinas de forma bastante abrangente. O levantamento quantitativo desenvolveu-se em cinco rodadas de busca.

Na primeira rodada utilizou-se a palavra “clima”; em seguida, o binômio “clima/agrícola”. Como se obteve número inexpressivo de publicações com esse binômio, realizou-se uma terceira rodada com o binômio “clima/rural” e os resultados foram somados. Para efeito comparativo em termos de visibilidade do tema risco climático na agricultura do Brasil, optou-se por proceder a uma quarta e quinta rodadas de busca com os binômios “clima/cidade” e “clima/urbano” e ambos os resultados foram somados. Para análise dos dados, foram elaborados gráficos comparativos entre o volume de buscas e de artigos relacionados às palavras “clima”, “agrícola” e “rural”, e o volume referente à “clima”, “urbano” e “cidade”. O termo “agricultura” associado aos termos “clima”, “agrícola” e “rural” não foi incorporado nas etapas da busca, pois, numa análise preliminar de dados se percebeu que poderia haver uma sobreposição dos resultados entre agricultura, agrícola e rural.

Depois de produzidos os dados sobre as pesquisas realizadas no Brasil, entre janeiro de 2008 e dezembro de 2017, as séries foram compiladas em planilha Excel e a *posteriori* foi feita uma análise de frequência relativa aos termos. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente por ano, sendo calculada a média anual a partir de dados mensais. Para se ter a mesma escala na análise, foram produzidos gráficos que representam o interesse ou número de publicações relativo ao ponto mais alto/menor valor no Brasil, sendo que o valor de “100” representa o maior valor do termo no intervalo de análise. Não houve tratamento sobre o conteúdo das publicações, sendo contabilizadas todas, mesmo que fossem, porventura, repetidas nas ferramentas.

Sobre as ferramentas de busca utilizadas, o *Google-trends* é uma ferramenta de busca de dados que permite analisar a tendência de interesse de termos ou tópicos específicos em determinado tempo e local. Os resultados indicam os termos em ascensão e qual o melhor termo relacionado com

conteúdos. Essa ferramenta ajuda a identificar as palavras mais “fortes” para descrição do conteúdo de artigos no Brasil, além disso a possibilidade de comparação com outros países ajuda a reconhecer possíveis tendências. Os números do *Google Trends* refletem o interesse de pesquisa em relação ao valor máximo de um gráfico no Brasil no período entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018. Um valor de 100 indica a popularidade máxima de um termo, enquanto 50 e 0 indicam que um termo é menos popular em relação ao valor máximo ou que não havia dados suficientes para o termo, respetivamente. Quanto ao *Google Busca Brasil* e o *Google Acadêmico*, em janeiro de 2011 e janeiro de 2016 o Google aplicou uma melhora na metodologia de coleta de dados, dessa forma, os resultados apresentados nesse trabalho representam os valores absolutos de publicações.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos permitiram fazer uma análise da “visibilidade” ou interesse social pelo tema de risco climático na agricultura no Brasil, conforme levantamento quantitativo de publicações gerais e científicas em um período de 10 anos a partir de ferramentas de busca *online* de uso público, atendendo ao objetivo inicial proposto neste artigo.

Google trends

A comparação entre as tendências de interesse entre 2009 e 2018, utilizando a ferramenta do *Google Trends*, deu-se em três grupos: interesse por temas na rede, publicações de notícias e pesquisa na rede (fig. 1 e fig. 2). Foram comparados termos de busca que não necessariamente têm o mesmo significado. A análise de dados sobre o interesse de busca pelos termos “rural” e “agrícola” indicou que ambos seguem um mesmo padrão de oscilação, com maior interesse pelo tema “rural” (média de 42% superior ao interesse pelo tema “agrícola”). Isso pode ser explicado pelo fato de o termo “rural” ser mais amplo englobando o espaço territorial como um todo (fig.1).

A análise de dados entre interesse pelo uso dos termos “cidade” e “urbano” indicou que ambos seguem um mesmo padrão de oscilação a partir de 2010 e um maior interesse por “cidade”, em média 61% superior ao “urbano” (fig.2).

Ao se analisar o volume de buscas comparando o termo “clima” com o binômio “rural/agrícola” e com o binômio “urbano/cidade”, se observa que não há semelhança de comportamento, pois se destaca o crescente interesse pelo “clima” a partir de agosto/2018 (fig. 3).

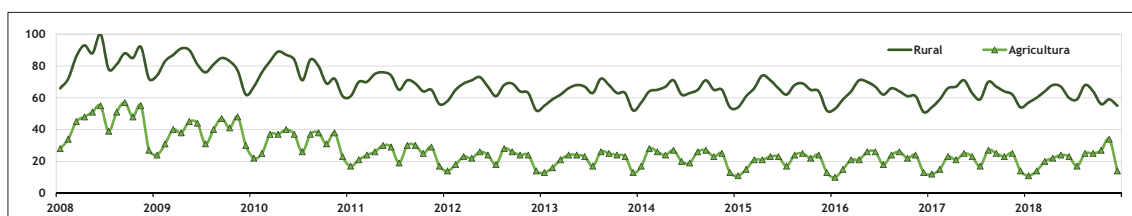


Fig. 1 - Interesse na Web sobre rural e agrícola (Fonte dos dados: Google Trends).

Fig. 1 - Rural and agricultural interest (Data source: Google Trends).

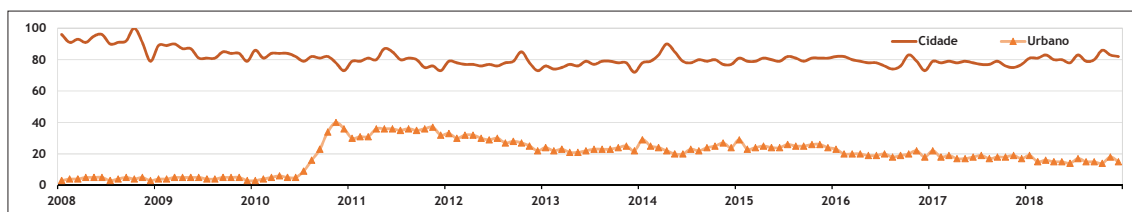


Fig. 2 - Interesse sobre cidade e urbano (Fonte dos dados: Google Trends).

Fig. 2 - City and urban interest (Data source: Google Trends).

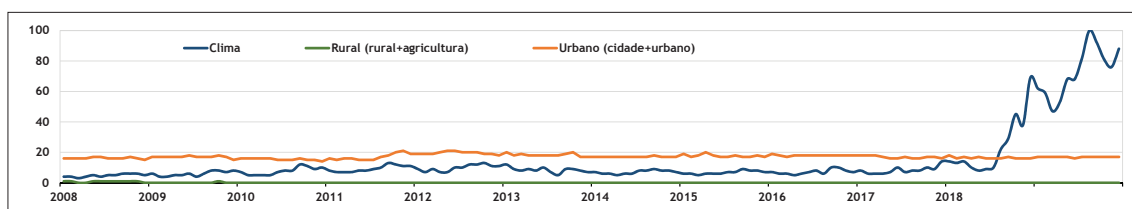


Fig. 3 - Interesse sobre clima, rural/agrícola e urbano/cidade (Fonte dos dados: Google Trends).

Fig. 3 - Interest in climate, rural/agricultural and urban/city (Data source: Google Trends).

Ao se analisar o interesse por notícias comparando-se as buscas pelo termo “clima” com os binômios “rural/agrícola” e “urbano/cidade”, se observa que diferentemente do interesse geral do tema, “urbano/cidade” apresenta maior destaque (fig. 4).

A análise de dados sobre buscas pelos termos “desastres naturais”, “riscos naturais” e “riscos climáticos” indicou um maior interesse pelo tema de desastre natural, em média 10% superior no período, frente ao tema de riscos naturais. Isso pode ser explicado pelo fato de que o risco é uma probabilidade enquanto que o desastre é um fato que causa impactos e atrai mais atenção da sociedade (fig. 5). Na análise de desastres, dois períodos se destacam: 2011 e 2015. Os deslizamentos de terra na região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011 causaram inúmeras vítimas e destruição com ampla cobertura mediática, sendo uma marca na história do Brasil. Em novembro

de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais que, apesar de ter sido um desastre tecnológico, teve impactos severos sobre o meio ambiente e pode ter sido deflagrador do pico de buscas sobre “desastres naturais” no período.

Google Busca Brasil e Google Acadêmico

O resultado no *Google Busca* indica que, de um lado, quando se analisa o número de publicações com os termos “urbano/cidade” e “rural/agrícola” relacionados ao termo “clima” (fig. 6), se observa que ambos possuem tendência de aumento e que o volume de publicações relativas a “urbano/cidade” passa a ter maior demanda de busca a partir de 2014. Quando se analisam as publicações no *Google Acadêmico* se observa uma grande diferença entre as publicações focadas no urbano e no rural (fig. 7).

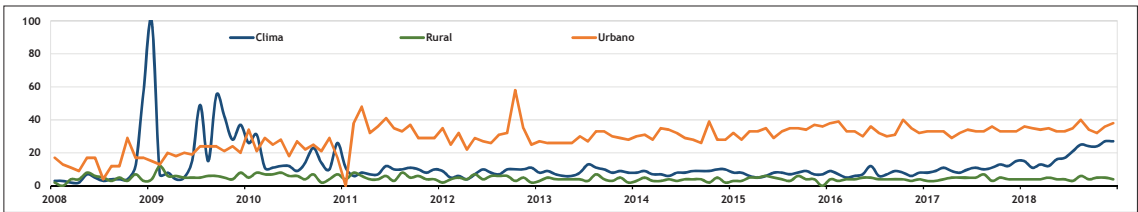


Fig. 4 - Interesse por notícias sobre clima, rural/agrícola e urbano/cidade (Fonte dos dados: Google Trends).

Fig. 4 - Interest in news related to climate, and rural/agricultural and urban/city topics (Data source: Google Trends).

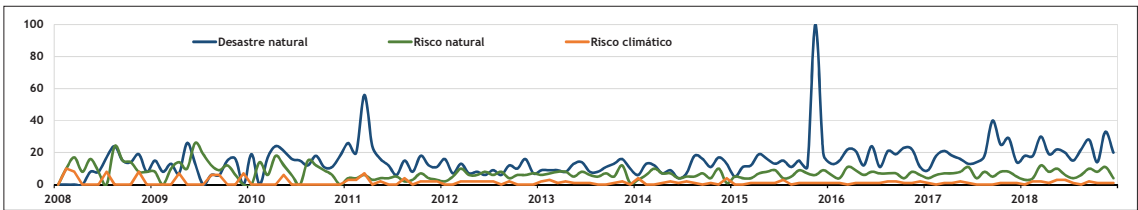


Fig. 5 - Interesse sobre desastres naturais, riscos naturais e riscos climáticos (Fonte dos dados: Google Trends).

Fig. 5 - Interest in natural disasters, natural hazards, and climate risks (Data source: Google Trends).

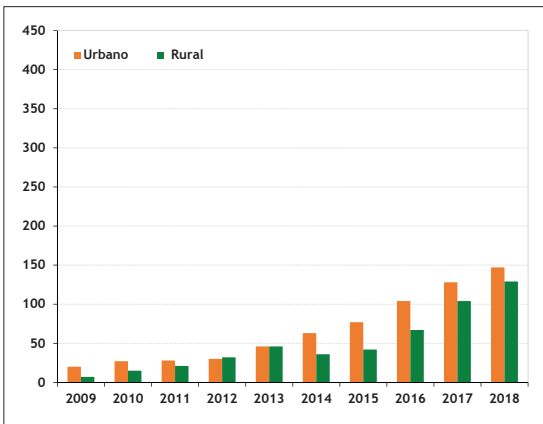


Fig. 6 - Publicações no Google Busca sobre rural/agrícola e urbano/cidade relacionados a clima (Fonte dos dados: Google Busca).

Fig. 6 - Publications in Google Search on rural/agricultural and urban/city topics related to climate (Data source: Google Search).

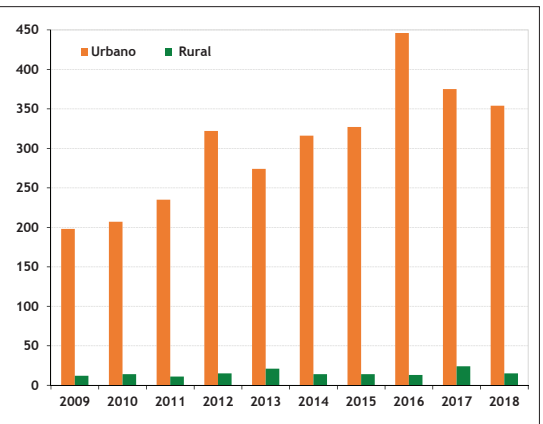


Fig. 7 - Publicações no Google Acadêmico sobre rural/agrícola e urbano/cidade relacionados a clima (Fonte dos dados: Google Acadêmico).

Fig. 7 - Publications in Google Scholar on rural/agricultural and urban/city topics related to climate (Data source: Google Scholar).

Com o aumento da população mundial em áreas urbanas, a vulnerabilidade das cidades e das megacidades têm ganhado destaque nos estudos e nas propostas de adaptação como forma de proteger populações e minimizar danos e perdas econômicas. A repercussão dos impactos de inundações e deslizamentos nas cidades, altamente habitadas, frente à baixa densidade populacional associada ao espaço rural e agrícola podem explicar os dados (fig. 6 e 7).

As ferramentas de busca utilizadas permitiram fazer uma análise de percepção social. Sendo a agricultura um dos alicerces da economia brasileira, foi surpreendente que a palavra “agrícola” associada à “clima” não gerasse volume considerável de buscas/trabalhos, diferentemente da palavra “rural” que gerou resultados maiores e foi incorporada ao processo de busca, formando o binômio “rural/agrícola”. No caso do tema desta pesquisa, no entanto, evidenciou-se que o risco climático na agricultura do Brasil tem menor pertinência e relevância social que o risco climático na área urbana.

A expressiva diferença entre as buscas e publicações sobre o espaço rural frente às relacionadas a urbano evidencia a problemática da valorização do espaço rural, e também da produção agrícola e da população a ela associada, nos estudos acadêmicos em relação à pertinência social atribuída aos espaços urbanos, este fato foi também reportado por Ramos Ribeiro e Sulaiman, 2019.

Sobre esse resultado, cabe destacar, de um lado, a pluralidade de critérios de classificação do que seja o espaço rural. Segundo o IBGE (2017), a classificação do espaço rural pode ser feita por meio da localização, oferta de serviços, tamanho e densidade populacional, aglomeração de habitações, participação da agricultura e divisão administrativa. No entanto, as novas tecnologias de comunicação e sistemas de transporte alteram a morfologia dos territórios e invisibiliza uma diferenciação clara entre rural e urbano.

Diferentemente da metodologia de classificação adotada em outros países, atualmente, no Brasil, adota-se o critério de classificação de divisão administrativa, pela qual cada município define através de legislação municipal própria o que é considerado zona urbana e rural, e essa classificação - e os tributos a ela relacionados (Imposto Predial Territorial Urbano ou Imposto Territorial Rural - pode criar conflitos de interesse (Necchi *et al.*, 2009).

De outro lado, o contexto demográfico brasileiro, com a maioria vivendo nas cidades (por volta de 86% enquanto que no mundo esse valor é de 45%, segundo dados de 2019 do Banco Mundial), que coloca o urbano como foco das atenções sobre os impactos das mudanças climáticas pelos desastres a elas relacionados e, por extensão, elevado número de vítimas/óbitos e comprometimento

de infraestruturas. Dessa forma, é compreensível a baixa visibilidade de rural/agrícola nas publicações relacionadas à questão do clima.

Conclusão

Este trabalho buscou apontar a *big data* como uma ferramenta importante para conhecer e potencializar conteúdos socialmente acedidos de forma livre e gratuita. Pretendeu também contribuir para a reflexão sobre políticas e medidas adequadas relativas ao risco climático considerando a diversidade de territórios e populações. Intentou ainda explicitar a necessidade de se construir maior visibilidade do tema dos riscos climáticos e seus impactos na agricultura e nos diferentes espaços rurais brasileiros que podem ser integrados aos estudos climáticos voltados preponderantemente aos espaços urbanos.

A produção agrícola convive com os desafios ligados à variabilidade climática que se coloca de forma intensa e imprevisível diante das mudanças climáticas. Esse cenário pode afetar a produtividade do solo, a disponibilidade de água e a conservação da biodiversidade, bem como a geração de oportunidades de inclusão produtiva e de emprego e renda das pessoas que vivem do campo. Cabe, porém, a consideração de que as cidades dependem dos insumos do campo e a invisibilidade dos impactos sobre a produção agrícola pode ser mais uma vulnerabilidade para as populações e atividades econômicas nas áreas urbanas.

Por fim, são necessários estudos complementares, comparando com outros buscadores de artigos como o PLOS ONE para estimar quanto o *Google Acadêmico* consegue abranger das publicações em português sobre os temas nesse artigo analisados. Além disso, comparações com outras ferramentas com bases de dados como por exemplo o Twitter possibilitaria ter uma análise mais ampla sobre o *big data*.

Referências bibliográficas

- BANCO MUNDIAL (2019). *World Bank Open Data*. Disponível em: <https://data.worldbank.org/?type=shaded> (acesso em: 22 de fevereiro de 2019).
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. *Participação do PIB do Agronegócio*. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> (acesso em: 16 de janeiro de 2020).
- CEPED-UFSC - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2011). *Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010*, Volume Brasil. Florianópolis, UFSC-CEPED.
- Dasgupta, P., Morton, J., Dodman, D., Karapinar, B., Meza, F., Rivera-Ferre, M. G., Vincent, K. E. (2014). Rural areas.

- Em: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 613-657.
- De Moraes, T. P. B., Santos, R. M. (2018). Tendências de Buscas no Google por Temas de Políticas Públicas e Eleições no Brasil (2004-2013). *Revista Sul-Americana de Ciência Política*, 4(1): 123-142.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2018). *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília, DF: Embrapa.
- Faghmous, J. H., Kumar, V. (2014). A big data guide to understanding climate change: The case for theory-guided data science. *Big data*, 2(3): 155-163.
- Ford, J. D., Tilleard, S. E., Berrang-Ford, L., Araos, M., Biesbroek, R., Lesnikowski, A. C., MacDonald, G. K., Chen Chen, A.H., Bizikova, L. (2016). Opinion: Big data has big potential for applications to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(39): 10729-10732.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E Estatística (2017). *Classificação e Caracterização dos Espaços Rurais e Urbanos do Brasil: uma Primeira Aproximação*. Coordenação e Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 84 p.
- IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (2019). Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skeea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)].
- Junior, W. T. L. (2012). Big data, Jornalismo Computacional e Data Journalism: estrutura, pensamento e prática profissional na Web de dados. *Estudos em Comunicação*, (12): 207-222.
- Koo, L. (2014). Resenha do livro Big data. *Signos do Consumo* 6.1, 144-146.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2017). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-disponibiliza-ferramenta-de-risco-climatico> (acesso em: 20 Agosto de 2018).
- Mora, C., Spirandelli, D., Franklin, E.C., Lynham, J., Kantar, M.B., Miles, W., Smith, C.Z., Freel, K., Moy, J., Louis, L.V. Barba, E.W. (2018). Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions. *Nature Climate Change*, (9): 1-10.
- Moraes, G. (2013). *Sistema de Gestão de Riscos - Estudos de Análise de Riscos "Offshore e Onshore"*, vol. 2, 640 p.
- Necchi, L. C. C., de Castro França, L. M., Santini, J. C. L. (2009). IPTU X ITR: conflito entre os critérios espaciais. *Revista do Direito Público*, 4(1): 125-139.
- Preis, T., Moat, H. S., Bishop, S. R., Treleaven, P., & Stanley, H. E. (2013) Quantifying the Digital Traces of Hurricane Sandy on Flickr. *Scientific Reports* (3), 3141.
- Pinto, J. M., Botrel, T. A., Machado, E. C. (2000). Uso de dióxido de carbono na agricultura. *Ciência Rural*, 30(5), 919-925.
- Ramos Ribeiro, R. R., Sulaiman, S. N. (2019): O risco climático no Brasil: agricultura, rural e clima no contexto de big data. In: Ibero-African-American Risk Symposium, *Proceedings of the Third Ibero-African-American Risk Symposium: Risks and Society: From Space Appropriation to the Creation of Territories at Risk*, 17 of 20 June of 2019, in Uberlândia, Minas Gerais: UFU/IG, ISSN: 2674-5542, (3): 364-369.
- Soriano, E., Valencio, N. F. L. S. (2010). Riscos relacionados às barragens no contexto de mudanças climáticas: processo de vulnerabilização de assentamentos humanos a jusante do AHE Itaipu Binacional, Brasil. *VI Seminário Latino Americano de Geografia Física*, Universidade de Coimbra.
- Souza, R. R., Almeida, M. B., Baracho, R. M. A. (2013). Ciência da informação em transformação: Big data, nuvens, redes sociais e Web Semântica. *Ciência da Informação*, 42(2).
- Taurion, C. (2013). *Big data*. Brasport, ISBN 978.85-7452-608-9, p. 184.
- UNITED NATIONS GLOBAL PULSE (2012). *Big data for development: Challenges & opportunities*. United Nations, New York, 47 p.
- Walter, L. C., Streck, N. A., Rosa, T. H., Ferraz, S. E. T., Cera, J. C. (2014). Mudanças Climáticas e seus efeitos no rendimento de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 49(12): 915-924.
- Wandscheer, E. A. R., da Silva Dutra, E. J., Fontoura, L. F. M. (2012). A relação entre o rural e o urbano: transformações e dinâmicas na formação espaço-temporal de cangaço ehorizonta, Rio Grande Do Sul, Brasil. *Geografia (Londrina)*, 21(1): 163-183.

(Página deixada propositadamente em branco)

O MAPEAMENTO DA ÁREA DE RISCO À JUSANTE DO LAGO IGAPÓ EM LONDRINA - PR - BRASIL,
NO CASO DE ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM*

THE MAPPING OF THE RISK AREA DOWNSTREAM OF LAKE IGAPÓ IN LONDRINA - PR - BRAZIL,
IN THE HYPOTHETICAL CASE OF FAILURE OF THE DAM

Agostinho Prado Alves Junior

Universidade Estadual de Londrina (Brasil)

ORCID 0000-0003-4782-7112 jrprado@hotmail.com

Oswaldo Coelho Pereira Neto

Universidade Estadual de Londrina (Brasil)

ORCID 0000-0002-5395-7346 coelho@uel.br

RESUMO

O Lago Igapó é uma área de lazer localizada na cidade de Londrina no Estado do Paraná - Brasil, sendo uma das mais belas áreas de lazer da cidade. Nos cinco últimos anos o grande volume de águas das fortes chuvas ocasionaram a saturação do nível de água da barragem do lago. Dessa forma, este trabalho buscou produzir através de *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), mapas de declividade e mapas de classificação com potencial área de risco. Dessa forma, os mapas temáticos desenvolvidos fornecerão um cenário conforme a classificação das áreas de risco caso ocorra o rompimento da barragem do Lago Igapó. A base cartográfica escolhida permitiu selecionar a curva de nível 525 metros por esta cota contornar o Lago por quase toda sua extensão até ao limite de crescimento da área urbana da cidade de Londrina. Mesmo verificando que a água diminui na cota de 525 metros ao longo do trajeto do Lago, o impacto na cota de 525 será mantido. No entanto, o impacto será maior nas cotas menores, principalmente nas cotas abaixo de 515 metros. Dessa forma, as classes de uso do solo, permitirá identificar as áreas vulneráveis, identificando os locais que podem ser classificados como área de baixo e alto risco.

Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas (SIG), geoprocessamento, inundação, vulnerabilidade.

ABSTRACT

Igapó Lake is a leisure area in Londrina, in the State of Paraná, Brazil. It is one of the newest areas of the city. In the past five years, large amounts of water from heavy rain have led to the water level reaching the capacity of the dam. Thus, this work set out to use geographic information system (GIS) software to produce slope maps and classification maps with a potential risk area. The thematic maps created provide a scenario according to the classification of areas at risk of rupture of the Igapó Lake dam. The base map allowed the selection of a contour of 525 meters for this elevation going around the lake for almost all its length up to the edge of the urban area of Londrina. Even though it was found that the water decreases at the 525 elevation along course of the Lake, the impact on the 525 elevation will be maintained. However, the impact will be greater on lower elevations, especially those below 515 meters. Thus, the classes of land use make it possible to identify the vulnerable areas and thus indicate places that can be classified as low and high risk areas.

Keywords: Geographic Information System (GIS), geoprocessing, flood, vulnerability.

* O texto deste artigo foi submetido em 02-04-2018 sujeito a revisão por pares a 12-06-2018 e aceite para publicação em 14-05-2019.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Devido à presença marcante de canais fluviais e fundos de vale, a cidade de Londrina deve ser reconhecida tanto pelos seus atributos naturais, como também pelos valores estéticos produzidos na paisagem londrinense. Nesse contexto, na paisagem da região centro-sul da cidade se destaca o Lago Igapó, que foi formado a partir do represamento do ribeirão Cambé.

Hoje o Lago é uma das mais belas áreas de lazer dos londrinenses e também das demais pessoas que passam por Londrina. Por isso, juntamente com os benefícios advindos do Lago é apresentado o risco da possibilidade de ruptura da barragem, pois, como visto nos últimos cinco anos, o grande volume de água de precipitação ocasiona a saturação do mesmo e dessa forma pode contribuir com um possível rompimento dessa barragem.

Em outubro de 2011, quando choveu 95 milímetros em 6 horas, e em junho de 2012, com 110 milímetros em 16 horas, houve o transbordamento do Lago (Jornal de Londrina, 2012). De acordo com o Sistema Meteorológico do Paraná em onze dias do mês de janeiro de 2016 choveu mais de 400 milímetros, mais uma vez a barragem do Lago Igapó não conseguiu suportar tanta água e o lago transbordou (G1 PORTAL DE NOTÍCIAS 2016).

Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir, através de levantamento expedito, mapas temáticos que caracterizem a área como de risco caso ocorra o rompimento da barragem do Lago Igapó em Londrina. Os mapas temáticos desenvolvidos fornecerão um cenário genérico acerca do rompimento da barragem do Lago Igapó e de alguns impactos que podem ser causados. Dessa forma, espera-se que as informações levantadas e mapeadas possam ser úteis e estimular pesquisas futuras mais precisas para fornecer suporte à tomada de decisão, tanto de gestores públicos quanto da população.

Área de Estudo

A área de estudo é a jusante do Lago Igapó na cidade de Londrina do estado do Paraná - Brasil, tendo como centro as coordenadas geográficas 23° 33' de latitude S e 51° 15' de longitude W (fig. 1). A nascente do Ribeirão Cambé está localizada próxima da área do trevo das estradas PR-445 (Londrina-Cambé) com a BR-369.

A bacia do Ribeirão Cambé atravessa a cidade de Londrina-PR no sentido noroeste-sudeste por uma extensão de 21,5 km até atingir o Ribeirão Três Bocas e finalmente desaguar no rio Tibagi.

Histórico do Uso das Barragens

Segundo o Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB, 2011), no Brasil, a mais antiga barragem que se tem notícia foi construída onde hoje é área urbana do Recife do estado de Pernambuco, possivelmente no final do Século XVI, antes mesmo da invasão holandesa. Conhecida presentemente como açude Apipucos aparece em um mapa holandês de 1577. Apipucos na língua tupi significa onde os caminhos se encontram.

O ano de 1877 foi o início da maior tragédia nacional devido o fenômeno natural - a Grande Seca no Nordeste - o qual teve duração superior a três anos, devido ao fenômeno climático EL Niño, que ainda não era conhecido (CBDB, 2011). Em 1880, logo após a Grande Seca, o Imperador D. Pedro II que esteve na área atingida, nomeou uma comissão para recomendar uma solução para o problema das secas no Nordeste. As principais recomendações foram à construção de estradas para que a população pudesse atingir o litoral e a construção de barragens para suprimento de água e irrigação no Polígono das Secas cuja área é superior a 950.000 km². Isso marcou o início do planejamento

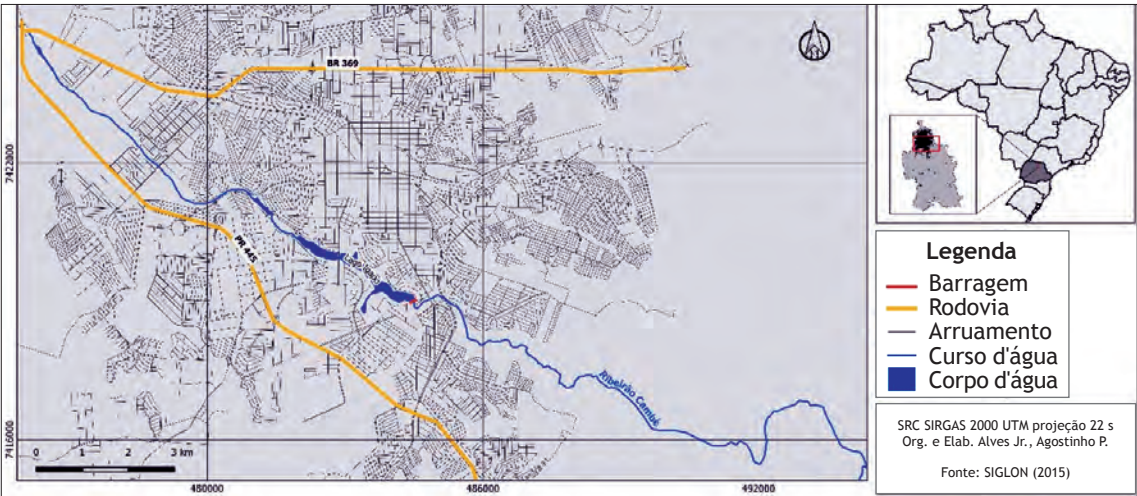


Fig. 1 - Extensão do Ribeirão Cambé.

Fig. 1 - Length of the Cambé Stream.

e projeto de grandes barragens no Brasil. A primeira destas foi na cidade de Cedros, situada no Ceará e concluída em 1906 (CBDB, 2011).

Nas regiões Sul e Sudeste a implantação de barragens foi principalmente direcionada para produção de energia elétrica. Na primeira metade do século XIX, dada à escassez de mapeamento e às dificuldades logísticas, os recursos hídricos em território brasileiro eram pouco conhecidos e não tinha havido ainda estudos sistemáticos que posteriormente, a partir dos anos 1960, passaram a ser designados por estudos de inventário (CBDB, 2011).

Foi através desses estudos que as concessionárias de energias (Light, Cemig, Furnas) tiveram o conhecimento do potencial hidráulico das principais bacias hidrográficas das regiões Sul e Sudeste. Porém, ao longo dos anos no Brasil, outras barragens foram construídas e utilizadas em outras atividades, por exemplo:

- Barragem de rejeitos, como utilizadas na mineração;
- Barragem de controle de cheias, principalmente com o objetivo de evitar cheias em áreas populosas;
- Barragens como parte do sistema de abastecimento de água para zonas urbanas e industriais, como o sistema de Cantareira, que fornece água para grande São Paulo e cidades do vale do Rio Piracicaba;
- Barragens com a finalidade paisagística, com um belo espelho d'água, como as barragens de Pampulha, na cidade de Belo Horizonte e Paranoá, na capital federal.

Outro exemplo de barragem utilizada também com a finalidade paisagista, é a barragem do Lago Igapó em Londrina, que *a priori* visava acabar com focos de doenças, melhorando a saúde da população e a qualidade de vida por meio do lazer; e mais tarde com o projeto de Roberto Burle Marx com a construção de um belo cartão postal.

Política Nacional de Segurança das Barragens

A Política Nacional de Segurança das Barragens (PNSB, 2011) foi instituída através da Lei n.º 12.334/2010, e prevê o acompanhamento de todo o ciclo de vida de barragens, estabelecendo como objetivos a regulamentação das ações de segurança desde as fases de planejamento, projeto e construção, até as fases de enchimento, primeiro vertimento, operação e desativação de barragens (ANA, 2011).

Para efeitos dessa lei, foi intitulada como definição de barragem qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

A PNSB abrange todas as barragens brasileiras enquadradas nos critérios mínimos de porte (altura igual ou superior a 15 metros e reservatório maior ou igual a 3.000.000m³) e também quanto aos reservatórios que contenham resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis (ANA, 2011). A barragem do Lago Igapó tem 6,5 metros de altura e 142 metros de comprimento com 753.360 m³ de água, ocupando uma área de 438.000 m² (Higuchi, 1986, p.54), ou seja, não está dentro dos critérios mínimos de porte da PNSB, assim, o órgão fiscalizador é a autoridade do poder público local.

Portanto, essa lei, classifica os responsáveis pelos empreendimentos e também definem critérios de segurança, a fim de que haja redução nos danos que poderão ser causados ao meio ambiente e também as comunidades localizadas à jusante das barragens caso ocorra o rompimento hipotético. Porém, para que isso aconteça, é necessário que o poder público por meio dos agentes fiscalizadores, fiscalize cada empreendimento, pois dessa forma garantem a segurança de toda população envolvida.

Estrutura de Lazer Urbana

O município de Londrina surgiu no processo de expansão das frentes pioneiras do norte do Paraná no início dos anos de 1930, planejada para uma população de 20 mil habitantes; atualmente ultrapassa os 553 mil (IBGE, 2016). O Lago Igapó é uma das áreas de lazer da cidade, foi projetado em 1957, como uma solução para um problema da drenagem do ribeirão Cambé, dificultada por uma barragem natural de rocha. Inicialmente pensou-se em dinamitar esta barragem, no entanto, prevaleceu a idéia de formar um lago (Prefeitura de Londrina, 2016).

O Lago foi inaugurado como atividade comemorativa ao Jubileu de Prata do município de Londrina, em 10 de Dezembro de 1959, obra realizada pelo prefeito Antônio Fernandes Sobrinho. Logo depois da construção da barragem do lago, o espaço em questão sofreu um processo de desvalorização. O lago e toda a área de seu entorno ficaram literalmente “às moscas” até que o prefeito Dalton Paranguá (gestão 1969 a 1973) desenvolveu um projeto de revitalização. No decorrer dos anos de 1960 e findar de 1970, a prefeitura começou a dotar a área do lago com inúmeras infraestruturas que buscavam, por meio da prática do lazer, utilizar sua área. Desta forma, iniciaram-se as ocupações e, também, formas de chamar a atenção da população da cidade (Bortolo, 2012, p. 62).

O projeto de urbanização do lago nos anos de 1970 visou, naquele momento, melhorar a saúde da população e a qualidade de vida por meio do lazer,

como também eliminar os focos de contaminação e de poluição que se localizavam nas favelas e fundos de vale, sempre encharcados pela água do ribeirão Cambé. O plano incluía o saneamento dos locais que serviam de criadouros de mosquitos e caramujos. Tal projeto fora realizado por Roberto Burle Marx, que previa uma “revolução urbana”. O paisagista queria produzir muito mais que um cartão postal como o Lago Igapó (fot. 1), como é visto nos dias atuais (Bortolo, 2012, p. 62).



Fot. 1 - Lago Igapó em Londrina
(Fotografia de Agostinho Prado Alves Jr., junho de 2016).

Photo 1 - Lake Igapó in Londrina
(Source: Photography by Agostinho Prado Alves Jr., June 2016).

Geoprocessamento

Para Câmara e Davis (2001) o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. E sua influência vem crescendo, principalmente nas áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Assim, para que as atividades que envolvem o geoprocessamento sejam executadas, é necessária a utilização de sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas comumente são tratados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), do inglês *Geographic Information System* (GIS).

Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos, vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome Sistemas de Informação Geográfica - SIG é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. INPE (2016), o geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados

georeferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase para análises espaciais e modelagens de superfícies.

Ainda segundo o INPE (2016), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) integram numa única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Oferece mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados e gerar mapas.

Para Câmara e Davis (2001) SIG são sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. O SIG oferece ao usuário a possibilidade de organizar as informações disponíveis sobre um determinado assunto e inter-relacionadas com a localização geográfica. Para que isto seja possível, os dados no SIG devem estar georeferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Numa visão mais abrangente, Câmara e Davis (2001) indicam que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Para estes autores citados, esses componentes se relacionam de forma hierárquica, ou seja, no nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e utilizado; no intermediário o SIG deve ter mecanismos de processamentos de dados, como entrada, edição e análise, etc. E no nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos (fig. 2).

Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto também faz parte do geoprocessamento, visto que a aquisição das imagens de satélite é produto do sensoriamento remoto. Para Moraes (2002), sensoriamento remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Incluem nessas formas de obtenção de dados as imagens de satélite.

Neste trabalho foi utilizada imagem do *Bing da Microsoft*®. O *Bing Maps* tem contribuições de várias empresas, porém a maioria das contribuições são da *DigitalGlobe* que trabalha com a contestação de satélite *Worldview*.

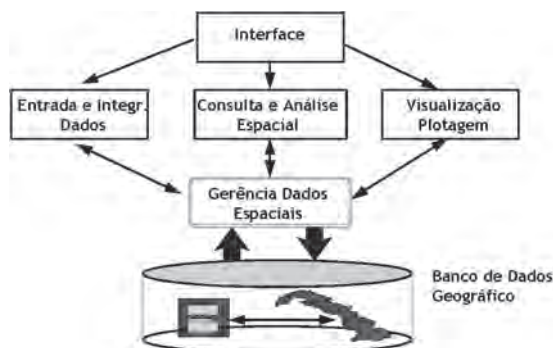


Fig. 2 - Arquiteturas de sistema de informação geográfica
(Fonte: Câmara e Davis, 2001).

Fig. 2 - Geographic information system architectures
(Source: Câmara e Davis, 2001).

Uso de geoprocessamento no mapeamento de rompimento de barragens.

A utilização de um SIG na geração de mapas temáticos garante ao pesquisador eficiência e rapidez no processo de manipulação e tratamento de dados, assim como na tomada de decisões. Os produtos de estudos de riscos são variados e incluem: a elaboração e implantação de sistemas de alerta; a elaboração e implementação de planos de contingência; a identificação de área de risco de inundação; orientações de uso e ocupação do solo, de forma a reduzir a vulnerabilidade às inundações (Lauriano, 2009 p.21).

Dessa forma, a eficiência pode ser obtida mediante a elaboração de mapas temáticos que caracterizem o risco de inundação em termos de variáveis hidrológicas (área inundada, profundidades, velocidades de escoamento, duração da inundação) e de seus impactos.

Hoje além do SIG, existem outros tipos de *softwares* que possibilitam a elaboração de mapas temáticos que caracterizem áreas de inundação caso ocorra o rompimento de barragem. Um exemplo desses softwares foi os que a Giorgia Cleto Moecke (2014) utilizou no seu trabalho de conclusão de curso. Em seu trabalho foi analisada a propagação da onda de cheia no município de Taió - SC, caso ocorra a ruptura hipotética da Barragem Oeste localizada no rio Itajaí.

Para isso a autora utilizou o modelo computacional para simulação de rompimento de barragem, o *software* HEC-RAS. Nesse estudo, o HEC-RAS indica que em 1,5 horas a onda de cheia deve atingir o município após a ruptura e a completa dissipação da cheia em 60,0 horas após a ruptura da barragem. Ou seja, assim como o SIG, esses

softwares garantem ao pesquisador eficiência e rapidez no processo de tomada de decisões.

Materiais e métodos

Após a produção da caracterização e definições de termos técnicos, seguiu-se para as etapas das fotografias da barragem, produção dos mapas e análise dos resultados.

Aquisição das fotografias da barragem

Uma parte das fotografias da enchente inseridas neste trabalho foi obtida de autor desconhecido. A outra parte das fotografias, do local sem a enchente, foi obtida *in loco* a fim de comparação visual.

Aquisição da base cartográfica

No portal do Sistema de Informação Geográfica de Londrina - Siglon (<http://www.londrina.pr.gov.br>) foi feito *download* das curvas de nível com equidistância de 5 metros da área urbana de Londrina. Selecionou-se toda a área da cota de 525 metros, valor disponível mais próximo da cota da barragem, abrangendo desde a barragem até o limite do crescimento urbano da cidade estabelecido no Plano Diretor Municipal. Também no portal, foi feito o *download* do arruamento de todo perímetro urbano da cidade, assim os mapas confeccionados representaram melhor a espacialidade da área de estudo.

Aquisição das Imagens de Satélite

Para confecção dos mapas, foram utilizadas as imagens de satélite do Bing (<https://www.bing.com/maps/>). O Bing Maps autorizou a utilização das suas imagens de satélite nos editores do *OpenStreetMap* (<http://wiki.openstreetmap.org>), permitiu vetorizar sobre essas imagens a fim de criar os mapas vetoriais.

O *OpenStreetMap* é um projeto colaborativo com o objetivo de fornecer a todos os que o desejam dados geográficos livres e gratuitos. O projeto foi lançado porque a maioria dos mapas que parecem ser gratuitos têm restrições legais ou técnicas limitando a sua utilização e impedindo-o de utilizá-las de forma criativa, produtiva ou inesperada (*OpenStreetmap*).

Para utilizar as imagens de satélites do Bing, foi preciso habilitar no *software* Qgis o *plugin* do *OpenStreetMap*, porém não é em todas as versões que o *plugin* está disponível. Por esse motivo neste trabalho foi utilizada a versão 1.8, onde o mesmo está disponível.

Software utilizado

O *software* utilizado para a produção dos mapas foi o QGIs 1.8 (<http://qgis.org/downloads/>). O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto

licenciado segundo a licença pública geral (GNU). O QGIS é um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. Funciona em *Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android* e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades.

Para confecção do primeiro mapa foi necessário selecionar a cota de 525 metros e salvá-la como *shapefile* (camada). *Shapefile* ou simplesmente *Shape* é um formato popular de arquivo contendo dados geográficos em forma de vetor, ou seja, são dados armazenados cuja localização espacial e os atributos gráficos de cada objeto são representados por pelo menos um par de coordenadas.

Em seguida, com a seleção dessa camada *shapefile*, pode-se através das ferramentas de edição, excluir as extremidades dessa cota não pertencentes à área de estudo, e assim foi possível transformar esta camada em um polígono (área). O próximo passo foi salvar a imagem de satélite do *Bing* em formato *Tiff* para que ela vire um *raster*. *Raster* é um conjunto de *pixels*, estes possuindo um ou vários valores que descrevem a sua cor, ou seja, a imagem.

Uma fonte de dados do tipo vetor (camada) ou *raster* (imagem), só pode ser classificada como espacial somente se possuir um sistema de referência de coordenadas. O sistema de referência de coordenadas é o modelo matemático teórico de representação da superfície da Terra ao nível do mar, é necessário que esse sistema de referência seja igual

para todas as fontes de dados, sejam elas um vetor ou um raster, para assim evitar demasiadas distorções.

O sistema de referência de coordenadas da imagem do *Bing* é o WGS 84, por isso foi necessária a alteração deste sistema para o Sirgas 2000 UTM zone 22S, pois este é o sistema de referência de coordenadas oficial no Brasil e também é o sistema utilizado na cota. Realizadas as alterações, o *raster* da imagem de satélite do *Bing* foi cortado conforme o polígono (área) da cota de escolhida. Assim o resultado final desse mapeamento é o recorte espacial da cota de 525 metros.

O segundo mapa foi realizado o mapeamento de declividade, o objetivo é demonstrar as inclinações das áreas das cotas do relevo. A declividade das vertentes foi elaborada a partir do MDE gerado com as curvas de nível de 5 metros, o que permite evidenciar o arranjo clinográfico do relevo. As classes foram ordenadas por modelagem do SIG e organizadas pela altitude em metros do terreno, alternando entre 505 e 530 metros. Este produto favorece a visualização nítida de diferentes formas do relevo.

Já no último mapa foi realizado o mapeamento das classes de uso de solo não distinguindo o nível de risco da área, ou seja, mapeou-se pontos críticos que possam ser classificados como áreas de risco. Para isso foram inseridas três classes distintas, sendo:

- Lago Igapó;
- Área sem urbanização (matas, lagos menores, canteiros, etc.);
- Áreas urbanizadas (comércio, casas, indústrias, vias, etc.).

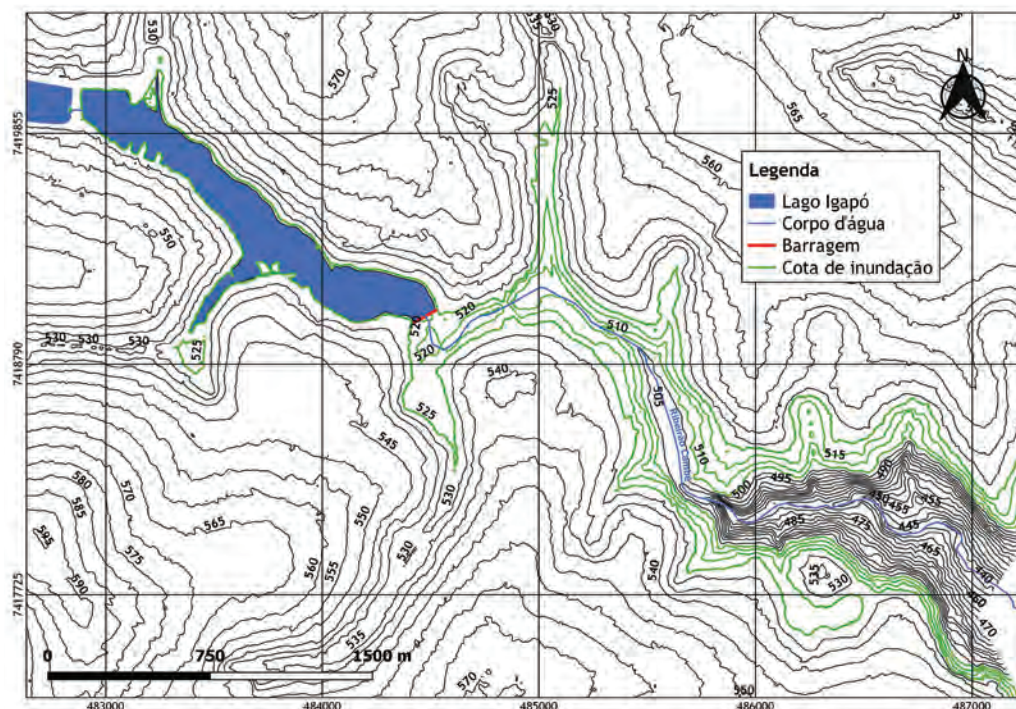


Fig. 3 - Cota de inundação.

Fig. 3 - Flood elevation.

Resultados e discussão

A base cartográfica disponível no portal do Siglon, que foi utilizada neste trabalho (fig. 3), permitiu seleccionar a curva de nível 525 metros (fig. 4), que foi escolhida por esta cota contornar o Lago por quase toda a extensão

até ao limite do crescimento da área urbana de Londrina. O resultado é um recorte espacial da imagem de satélite do Bing a partir dessa cota escolhida (fig. 5).

Mesmo verificando que a água diminui na cota de 525 ao longo do trajeto do Lago, o impacto na cota de 525 será mantido devido ao efeito de desbarrancamento que



Fig. 4 - Linha de recorte espacial utilizando por base a cota de 525 metros.

Fig. 4 - Spatial contour line using the 525 meter elevation as base.

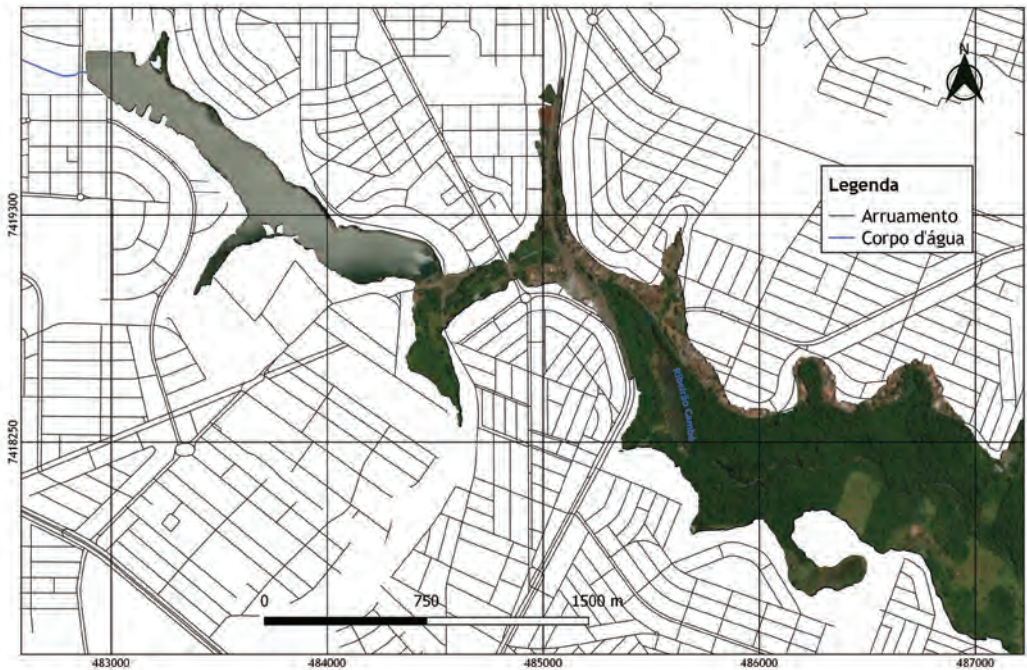


Fig. 5 - Recorte espacial da imagem de satélite do Bing a partir da curva de nível de 525 metros.

Fig. 5 - Spatial clipping of the Bing satellite image from the 525 meter countour.

pode acontecer em consequência da força cinética no impacto de arrasto da água nas margens. No entanto, o impacto será maior nas cotas menores, principalmente nas cotas abaixo de 515 metros (fig. 6).

Compreender a distribuição da declividade das vertentes do terreno favorece uma compreensão do fluxo torrencial e de escoamento superficial resultante dos processos

erosivos proporcionais à inclinação do terreno, gerando transporte e deposição no curso d'água.

As classes de uso do solo, sejam elas naturais ou antrópicas, identificadas abaixo da cota de 525 metros, permitem identificar as áreas vulneráveis, que identificam os locais que podem ser classificados como área de baixo e alto risco (fig. 7).

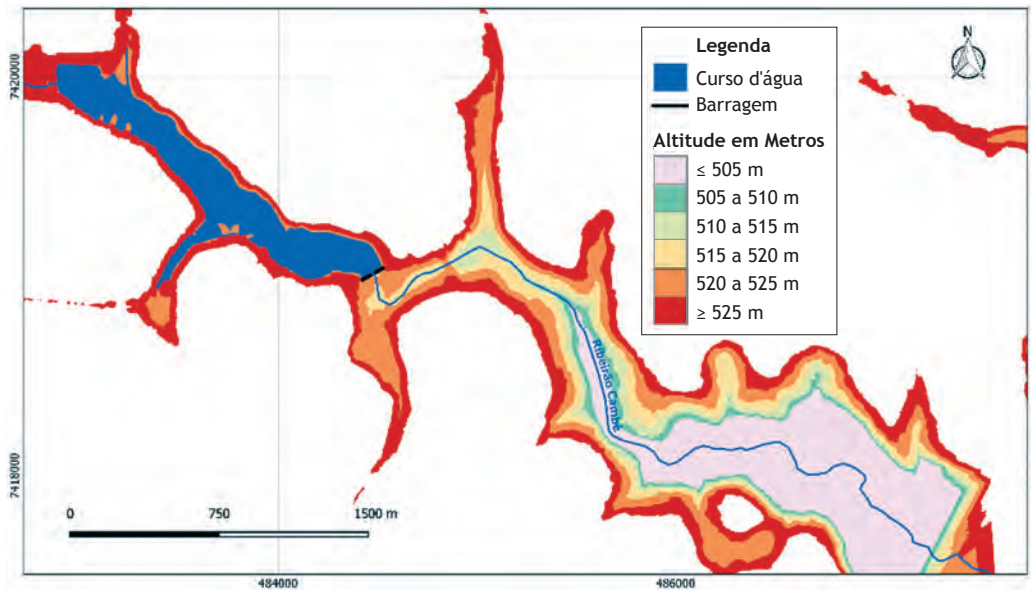


Fig. 6 - Mapa do modelo digital de elevação.

Fig. 6 - Map of the digital elevation model.

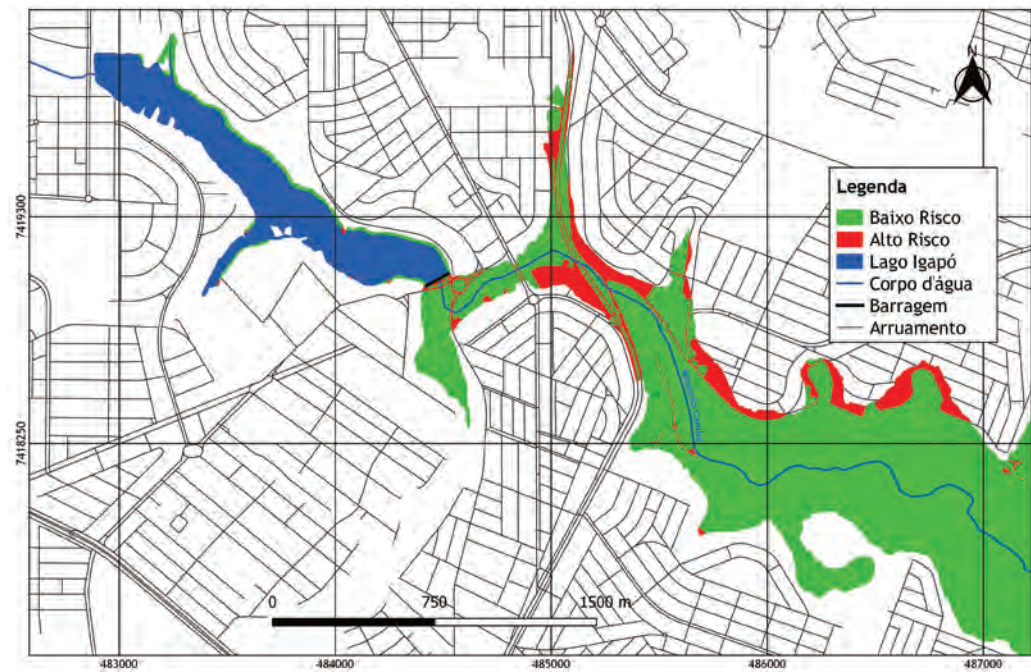


Fig. 7 - Mapa de potencial de risco.

Fig. 7 - Map of potential risk.

As áreas naturais (matas, lagos menores e canteiros), foram classificadas como sendo de risco baixo, enquanto que as áreas edificadas (comércio, casas, indústria, vias) receberam a classificação de risco alto.

As informações apresentadas neste mapa precisam ser analisadas de forma integrada, desde as áreas urbanizadas até as sem urbanização. Muitas áreas importantes para a comunidade londrinense seriam afetadas, como vias importantes que ligam regiões da cidade, dezenas de casas da região leste, até mesmo o Parque Arthur Thomas, pois a força das águas contribuiria para o rompimento de outra pequena barragem, situada no lago dentro do parque.

Outra questão fundamental que se pode colocar como fator hipotético para o rompimento da barragem do Lago Igapó são as recentes enchentes que ocorreram nos últimos cinco anos, como exemplos as que ocorreram nos anos de 2011, 2012 e 2016. As fotografias que seguem da enchente de 2011 (fot. 2) foram compartilhadas por uma secretária da instituição cuja autoria é desconhecida, elas são importantes para serem comparadas com as fotografias tiradas *in loco* no ano de 2016. Essas fotografias representadas por A, B, C, D, E e F mostram em diferentes ângulos a água passando por cima da barragem assim como a barragem com o seu nível normal.

Verificando as imagens, é perceptível a saturação da barragem devido a grande quantidade de água das chuvas. Assim como as chuvas que ocorreram em 2011 e 2012, onde grandes quantidades de água, resultantes das intensas precipitações, contribuíram para o enchimento da barragem. Chuvas como as que ocorreram nesses anos podem ocorrer novamente, podendo contribuir para o possível rompimento da barragem do Lago. Caso o rompimento hipotético da barragem ocorra em um cenário de fortes chuvas como os desses anos, as áreas de risco podem ser ainda maiores devido ao nível de água da jusante que contribuirá para o aumento do desbarrancamento das cotas menores e também a aceleração da velocidade da água.

Por isso a contribuição desse trabalho foi desenvolver mapas temáticos, que visam a representação dos aspectos mais relevantes para construção de análises que identifique áreas prioritárias a partir das respectivas classificações de risco. Classificações essas que podem ser interpretadas de acordo com a proximidade do fluxo central da água, onde os mais próximos às áreas do fluxo mais propício ao risco hipotético estariam.

Assim, seria assertivamente positivo utilizar esses e outros dados para fins de suporte à tomada de decisão, principalmente se os dados forem analisados em ambiente SIG. Sabe-se recentemente que os órgãos públicos ligados ao planejamento estão em evolução no sentido de ampliar os temas, as áreas de abrangência e as formas de divulgação de diversos dados, pois o mapeamento temático com o uso

de SIG permite uma análise mais objetiva e com a potencialidade da informação geograficamente referenciada.

O mapa como linguagem visual pode favorecer a leitura e interpretação do fenômeno espacializado. Mas, não é garantia de leitura fácil e clara para a população. Por isso, os gestores com auxílio de especialistas em GIS, podem promoverem ações práticas quanto à tomada de decisão. Para ter dados mais detalhados, os trabalhos futuros podem ser feitos utilizando o software HEC-RAS, o qual é possível ter outros cenários, como o trajeto da onda e a velocidade da água, fornecendo uma estimativa das áreas em risco com muito mais precisão.

Referências

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2011). *Relatório de Segurança de Barragens*. Brasília.
- Bing Maps. Disponível em: <https://www.bing.com/maps/?FORM=Z9LH3>. Acesso em: 16 de set. 2016.
- Bortolo, C. A. (2012). A produção do espaço livre público do lago igapó no contexto urbano londrinense: análise de fotos e dados históricos como instrumentos para a construção do estudo. *Geografia em Atos (Online)*, v. 2, n. 11. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/viewFile/1281/bort>. Acesso em: 28 jul. 2015.
- Bortolo, C. A. (2010). O Lago Igapó em Londrina-PR: uma leitura das diferentes formas de produção do espaço da cidade. *Revista Percurso*, v. 2, n. 2, p. 47-72. Disponível em: <http://eduem.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/10621/6397>. Acesso em: 28 jul. 2015.
- Câmara, G., Davis, C. (2001). Introdução ao geoprocessamento. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. *Fundamentos de Geoprocessamento*. São José dos Campos, 1-5.
- Câmara, G., Davis, C., Vieira Monteiro, A. M. (2001). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. São José dos Campos, 2001.
- CANAL PROCESSAMENTO DIGITAL: *Satélite WorldView*. Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br/2009/12/31/satelite-worldview/>. Acesso em: 28 de jul. 2016.
- CBDB - COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (2011). *A história das Barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: Cinquenta Anos do Comitê Brasileiro de Barragens*. Rio de Janeiro: CBDB.
- G1 - PORTAL DE NOTÍCIAS. Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2016/01/chuva-provoca-estracos-em-varias-cidades-da-regiao-norte-do-parana.html>. Acesso em: 06 jun. 2016.
- GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 16 de set. 2016.



A



B



C



D



Fot. 2 - Fotografias para comparação do mesmo local da enchente
(Fotografias do alagado são de autoria desconhecida (esq); Fotografias atuais são do autor (dir)).



E



F



G



H



Photo 2 - Photos for comparison of the same flooded area
(Photos of the flood are of unknown authorship (left); current photos are by the author (right)).

- Higuchi, E. M. (1986). *A construção do Lago Igapó. Londrina: UEL, 1986 (Trabalho de conclusão de curso)*. Departamento de História da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 de out. 2016.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (2015). *Introdução ao Geoprocessamento*. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/intro_sr.htm. Acesso em: 28 jul. 2015.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (2015). *Sensoriamento Remoto*. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_sen.html. Acesso em: 28 jul. 2015.
- Lauriano, W. A. (2009). *Estudo de Ruptura da Barragem de Funil: Comparação Entre os Modelos Fldwav e Hec-Ras (Dissertação de Mestrado)*. Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. João Pessoa, 251 p.
- Maeda, K. S. (2008). *O “colar de esmeraldas” da paisagem londrinense (Tese de Mestrado)*. Apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo. São Paulo, 219 p.
- Moecke, G. (2014). *Análise do Rompimento Hipotético da Barragem Oeste do Vale do Rio Itajaí (Trabalho de conclusão de curso)*. Submetido ao Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 81 p.
- Moraes, E. C. (2002). *Fundamentos de Sensoriamento Remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. Disponível em: http://mtcm12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf. Acesso em: 29 jul. 2015.
- Moreira, M. A (2003). *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 2.ed. - Viçosa: UFV, 307 p.
- Novo, M. L. de M. (1998). *Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações*. 2ª ed. 3ª reimpressão. São José dos Campos, 308 p.
- OPENSTREETMAP. Disponível em: <http://wiki.openstreetmap.org>. Acesso em: 16 de set. 2016.
- PORTAL DA PREFEITURA DE LONDRINA. Disponível em: <http://www1.londrina.pr.gov.br/>. Acesso em: 16 de set. 2016.
- PORTAL DA PREFEITURA DE LONDRINA (2016). Sistema de Informação Geográfica de Londrina. Disponível em: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20114:downloads&catid=205:siglon&Itemid=1988. Acesso em: 16 de set. 2016.
- QGIS. Disponível em: <http://qgisbrasil.org/>. Acesso em: 16 de set. 2016.



RISCOS



PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS OF C-SAR IMAGES FOR FLOOD MAPPING - SANTA FE PROVINCE, ARGENTINA*

ANÁLISE DE PRINCIPAIS COMPONENTES DE IMAGENS C-SAR PARA MAPEAMENTO DE INUNDAÇÃO - PROVÍNCIA DE SANTA FE, ARGENTINA

Jones Zamboni Graosque

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Geografia (Brasil)
ORCID 0000-0002-8451-904X jones.eu@gmail.com

Laurindo Antonio Guasselli

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Geografia (Brasil)
ORCID 0000-0001-8300-846X laurindo.guasselli@ufrgs.br

ABSTRACT

Flood events are phenomena associated with heavy rainfall. In Argentina, floods have high economic and social costs, including loss of human life. In this paper, principal component analysis (PCA) is used to map flood-prone areas along the Paraná river in Santa Fe, Argentina. The Sentinel-1B (S1B) images, sensor C-SAR with VH polarisation Interferometric type (IW) Ground Range Detected (GRD) with spatial resolution of 10 m, from 2016, were referenced and the PCA method was used to extract the four first principal components. The flood-affected images make it possible to accurately define the flooded area. In targets with dense vegetation, however, there is no pixel backscatter pattern. PC2 better highlighted the threshold of pixel intensity, with an accuracy of 70%, and 93% of the mapped area was shown to be flood-prone. Procedures to map floods remotely are pivotal because they can quickly obtain precise data on flood areas that may not be accessible for fieldwork or that have not yet been mapped in great detail.

Keywords: Sentinel-1, time series analysis, principal components, Argentina.

RESUMO

Inundações são associadas a chuvas intensas. Na Argentina é o evento natural que causa mais perdas econômicas, sociais e de vidas humanas. O objetivo desse trabalho é mapear a área de inundação do rio Paraná, em Santa Fe, por Análise de Componentes Principais (ACP). As imagens Sentinel-1B, sensor C-SAR, polarização VH do tipo Interferométrico (IW) *Ground Range Detected* (GRD), pixel de 10 m, ano 2016, foram referenciadas, extraindo as quatro primeiras ACP. As imagens sob efeito de inundação permitiram delimitar com precisão a área inundada. No entanto, em áreas com densidade de vegetação não há um padrão de retroespalhamento dos pixels. A PC2 destacou melhor o limiar de intensidade dos pixels de inundação, com uma precisão de 70%, sendo que 93% da área mapeada é suscetível à inundação. A cartografia de risco de inundação obtida a partir de sensoriamento remoto revela-se essencial, pois possibilita a obtenção de resultados rápidos e precisos das áreas de inundação, em áreas cujo trabalho de campo não seja possível ou não se encontrem disponíveis mapas detalhados das áreas atingidas.

Palavras-chave: Sentinel-1, análise temporal, principais componentes, Argentina.

* O texto deste artigo foi submetido em 24-01-2019, sujeito a revisão por pares a 12-02-2019 e aceite para publicação em 28-03-2019.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introduction

Among natural disasters, floods may be the most common ones causing more destruction than any other natural hazard worldwide (Sanyal & Lu, 2004; Tingsanchali, 2012; Rahman & Thakur, 2018).

In Argentina, floods are the main natural cause for economic and social losses as well as loss of human life. In the Litoral region alone - comprising the provinces Formosa, Chaco, Misiones, Corrientes, Santa Fe, and Entre Ríos - 165 people perished and almost 6,000 were injured due to fluvial flooding events between 1970 and 2004. Nearly one million people had to be evacuated, and approximately 18,000 houses were destroyed. An estimated 1.7 million head of cattle were lost, and 28 million hectares of farm land were affected (Celis, 2006). This region has already sustained substantial losses in agriculture and cattle husbandry inflicting significant damage on these sectors (Notícias Agrícolas, 2018; Correio do Brasil, 2018; Agrolink, 2018).

Flood maps of the city of Santa Fe were developed based on fieldwork and optical imaging of flooding events in 2003 and 2007 (Vallejos *et al.*, 2014). This data was paramount to devise emergency plans and protection structures for the city of Santa Fe (Fe, 2018).

However, flood maps based on optical imaging may not render the correct dimensions of the flooded area due to cloudy skies or vegetation. Some studies suggest that Synthetic Aperture Radar (SAR) sensors provide better results to detect floods than optical sensors (Hess & Melack, 1994; Townsend & Walsh, 1998; Tralli *et al.*, 2005; Clement *et al.*, 2018; Markert *et al.*, 2018).

The Global Flood Monitoring System (GFMS) provides updated maps on floods and precipitation online (Wu *et al.*, 2014). In addition, tools such as Earth Data and GFMS provide valuable and low-cost hydrological data which may contribute to flood maps and policy development (Yan *et al.*, 2015). GFMS is an efficient system that provides maps shortly after the event. The spatial resolution, however, amounts to 1 km compromising the level of detail of the flood area (Wu *et al.*, 2014). In general, the flood maps of the region of the city of Santa Fe mainly indicate how far the water proceeds in urban areas; they address potentially flooded areas in smaller communities or rural areas only secondly.

Using radar images to map floods can offset the restrictions of optical imaging. One of the most commonly applied techniques is thresholding. It is a conventional method to map non-forested areas that maximises the contrast between water and land facilitating the representation of floods in histograms (Brivio *et al.*, 2002; Malnes *et al.*, 2002; Solbø & Solheim, 2004; Rahman & Thakur, 2018).

When applied to a single image, the thresholding method may not size a flooding event precisely; however, when applied to a time series of images, it becomes increasingly accurate since even flood water covered by vegetation is detected. Considering that a greater amount of images is required to conduct the analysis and that the procedure is more complex, the maps can be more precise, especially in vertical targets such as wooded areas (Townsend, 2001 and 2002; Kandus *et al.*, 2001; Solbø & Solheim, 2004).

Principal Component Analysis (PCA) permits processing images with a greater number of spectrum bands and obtaining information from multi-temporal data (Crosta, 1992; Sato *et al.*, 2011). PCA provides a new set of variables, simplifies the description of the data set, and analyses the structure of the observations and variables (Abdi & Williams, 2010). It proves to be a promising method to detect the dynamics and changes in land cover such as in case of floods (Dutsenwai *et al.*, 2016).

When mapping floods on the basis of remote sensing tools, the more comprehensive the time series of images in the PCA is, the better the results are as water can be mapped even in vertical target areas, such as densely vegetated areas (Solbø & Solheim, 2004; Santoro *et al.*, 2015; Graosque, 2018). Thus, this paper aims at mapping flood areas employing Principal Component Analysis in the area surrounding the city of Santa Fe, Argentina.

Area of study

The area of study encompasses a section of the Paraná river which divides the two Argentinian provinces Santa Fe and Entre Ríos and borders on the cities of Santa Fe and Paraná. In the area, the floodplain comprises urban and rural areas resulting in urban parts of Santa Fe being flood-prone.

The analysed region (fig. 1) was classified as urban areas, rural areas, humid areas or wooded areas, in addition to permanent water bodies such as the Paraná river (Benzaquén & Argentina, 2013).

Methodology

Radar images of the satellite Sentinel -1B (S1B) from 2016 were analysed to map flood-prone areas in the region. The Synthetic Aperture Radar (SAR) images are C-band, Vertical Horizontal (VH) polarised and were acquired in Interferometric Wide Swath (IW) mode. The softwares SNAP and ArcMap 10.2 were used to process the images.

The table outlines the 2016 images and the respective level of the Paraná river in the city of Santa Fe. The alert level for major flooding of this river in Santa Fe is 5.3 metres (TABLE I). The river's average level is 3.6 metres (Centro de Informaciones Meteorológicas, 2018).

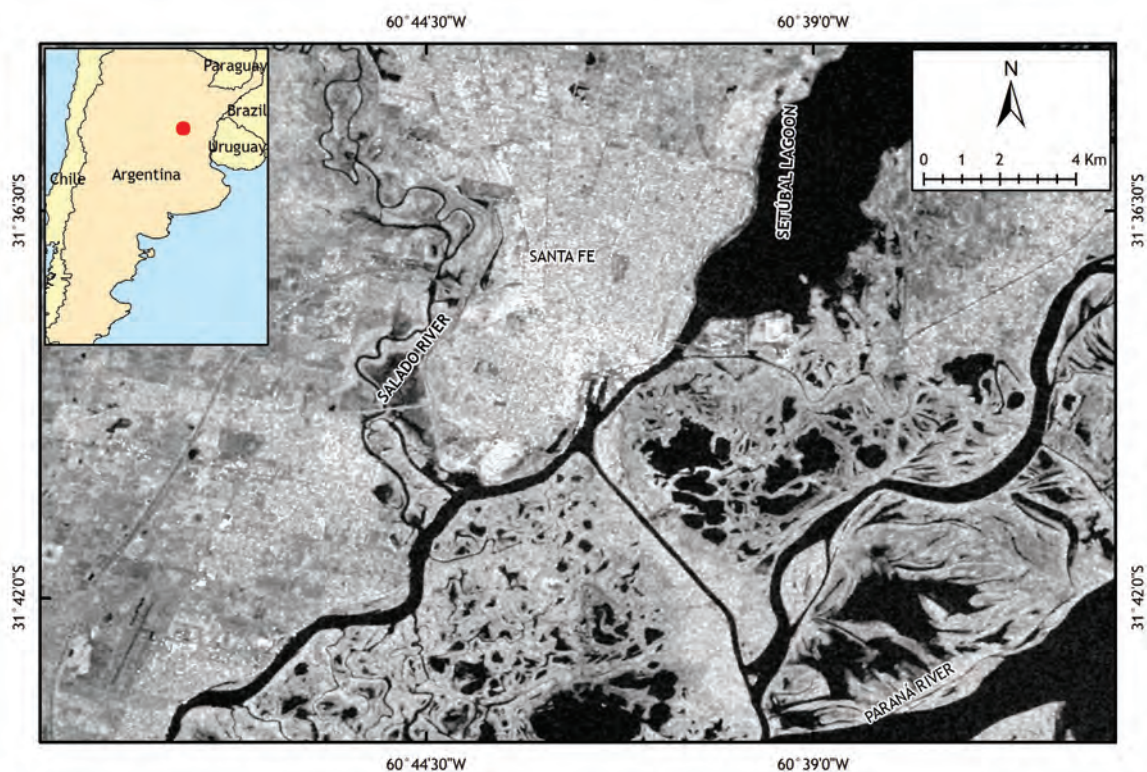


Fig. 1 - Area of study. Section of the Paraná river and the city of Santa Fe in Santa Fe province, Argentina (Data source: Sentinel 1 C-SAR image from 10th October 2016. Coordinate system: GCS WGS84).

Fig. 1 - Área de estudo, trecho do rio Paraná e cidade de Santa Fe, na província de Santa Fe, Argentina (Fonte dos dados: Imagem SAR-C Sentinel 1 do dia 10 de outubro de 2016. Sistema de coordenadas: GCS WGS84).

TABLE I - List of images used in the Principal Component Analysis.
TABELA I - Lista das imagens utilizadas na Análise de Principais Componentes.

Image	Date	Type	Polarisation	Mode	Water level (in m)
S1B	07/02/2016	GRD	VH	IW	6.46
S1B	26/03/2016	GRD	VH	IW	5.92
S1B	19/04/2016	GRD	VH	IW	6.38
S1B	10/09/2016	GRD	VH	IW	3.47
S1B	28/09/2016	GRD	VH	IW	2.99
S1B	10/10/2016	GRD	VH	IW	2.79
S1B	22/10/2016	GRD	VH	IW	3.02
S1B	03/11/2016	GRD	VH	IW	3.51
S1B	15/11/2016	GRD	VH	IW	3.54
S1B	27/11/2016	GRD	VH	IW	3.21
S1B	09/12/2016	GRD	VH	IW	3.02
S1B	21/12/2016	GRD	VH	IW	3.15

Data source: Sentinel-1 imagery and Meteorological Information Center, 2018.
Fonte dos dados: Imagens Sentinel-1 e Centro de Informaciones Meteorológicas, 2018.

Prior to the Principal Component Analysis, the images were calibrated, filtered (speckle), and complemented with orbital information and terrain correction.

Furthermore, all images were georeferenced based on the 22nd October 2016 image using 2,000 reference points automatically extracted by the software SNAP. The same software generated the principal component images, which include, among others, one image without and another with the effects of floods, both after pre-processing (fig. 2).

The validation of the flooded area was restricted to the flood maps developed for the city of Santa Fe in 2003 (International Disasters Charter, 2019) since fieldwork was not feasible. For comparison purposes, the thresholding method was applied to the image with the highest water level, namely the one from 7th February 2016 (Graosque, 2018).

Results

Targets with variations in pixel intensity between images with and without floods were used to delineate the flooded areas. The area covered by water varies according to the image sequence facilitating the identification of flooded areas while averting the risk of misinterpreting permanent water bodies.

The principal component image that represents the flooded areas best is PC 2. The images from February, March and April (images with floods) contribute to the principal component (TABLE II).

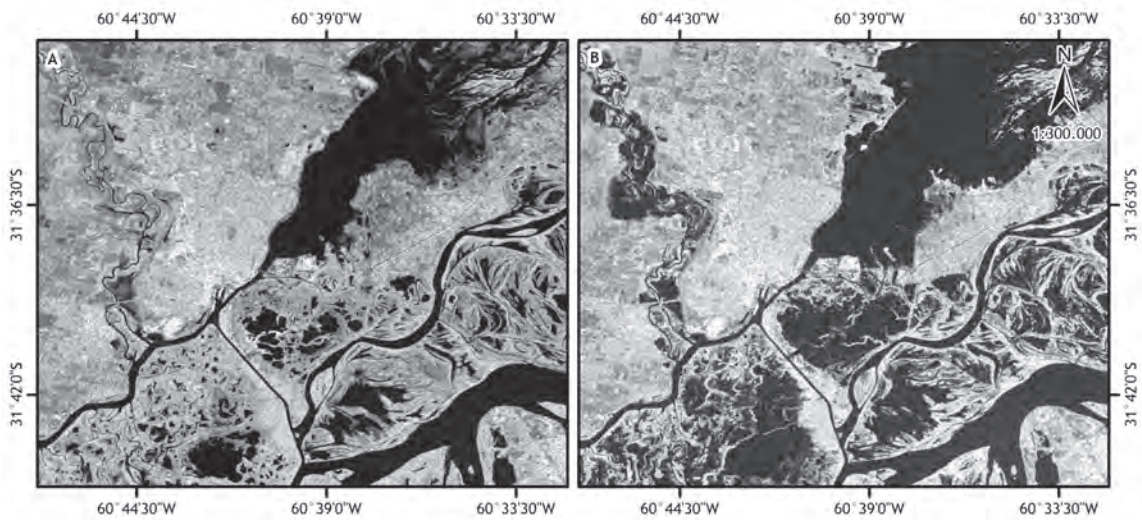


Fig. 2 - Radar image from 10 October 2016 (A); Radar image from 7 February 2016 (B).

Fig. 2 - Imagem de radar do dia 10 de outubro de 2016 (A); Imagem de radar do dia 7 de fevereiro de 2016 (B).

TABLE II - Principal component contribution generated by analysing radar image time series (Flood dates highlighted in blue).

TABELA II - Contribuição das Principais Componentes, geradas pela análise temporal de imagens de radar (Datas dos eventos de inundação destacados em azul).

Image	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
7 th Feb	0.2846	0.3587	0.1745	-0.4757
26 th Mar	0.2958	0.4806	-0.1146	0.0640
19 th Apr	0.3260	0.5725	-0.1586	0.0510
10 th Sep	0.2582	-0.0109	0.5465	0.1677
28 th Sep	0.2790	-0.1438	0.5238	0.0370
10 th Oct	0.2787	-0.172	0.2585	0.1909
22 nd Oct	0.2989	-0.147	-0.1186	0.3478
3 rd Nov	0.2969	-0.0963	-0.1601	0.3607
15 th Nov	0.2898	-0.2033	-0.1579	-0.0466
27 th Nov	0.3096	-0.1962	-0.4543	0.1372
9 th Dec	0.2686	-0.2508	-0.0973	-0.3906
21 st Dec	0.2705	-0.297	-0.1028	-0.5255

In PC 2 the dark-coloured pixels indicate major variations; those in light grey or white suggest no major pixel changes. The Setubal lagoon is a prime example of a permanent water body represented in light grey (fig. 3-B). Around the water bodies, however, dark areas appear indicating changes in pixel intensity between the twelve images. These dark areas are mainly located in proximity to the Salado river, to humid areas, and along the shore of the Setubal lagoon.

Image PC 1 concentrates 97 % of the eigenvalues and represents the pixels all images share. All images maintain a uniform contribution since the features of the targets

are continuous throughout the dates (Henebry, 2014). PC 1 is very similar to the image of the area of study before applying the method making it difficult to differentiate between water pixels and non-water pixels (fig. 3-A). Consequently, PC 1 is not ideal for flood evaluation.

PC 2, 3 and 4 emphasise information that is less common compared to PC 1. Among these, PC 3 and 4 show variations in image contributions and highlight specific targets such as rural areas (fig. 3-C and D). These two PCs combined represent 0.8 % of the eigenvalues. Moreover, the main contributing images for these two PCs are images with and without floods which drastically reduces the chances of identifying a specific threshold for flood water.

PC 2 and 3 concentrate the greatest water body variation (Gómez-Palacios *et al.*, 2017). PC 2, however, contains three times more eigenvalues than PC 3 qualifying it as the main PC for flood analysis. Furthermore, PC 2 illustrates how the images that contribute most eigenvalues are exactly those dated to events with water levels above the alert level (5.3 metres) indicating a variation in flood-related pixels in this principal component.

PC 2 contributed 1.4 % of the eigenvalues, and targets with the highest variation show dark pixels while targets with little variation are represented by lighter pixels (fig. 3-B). The Setubal lagoon is a permanent water body with minimum pixel variation. Consequently, this water body can be consulted to define the threshold for what is water and what is not. Pixel intensity may vary in urban and rural targets; however, urban targets need to be disregarded since this method and the applied tools are inappropriate to map floods in such targets (Solbø & Solheim, 2004; Henry *et al.*, 2006). Regarding vegetation, the crop and the season of every area must be taken into consideration (Santoro & Wegmüller, 2014).

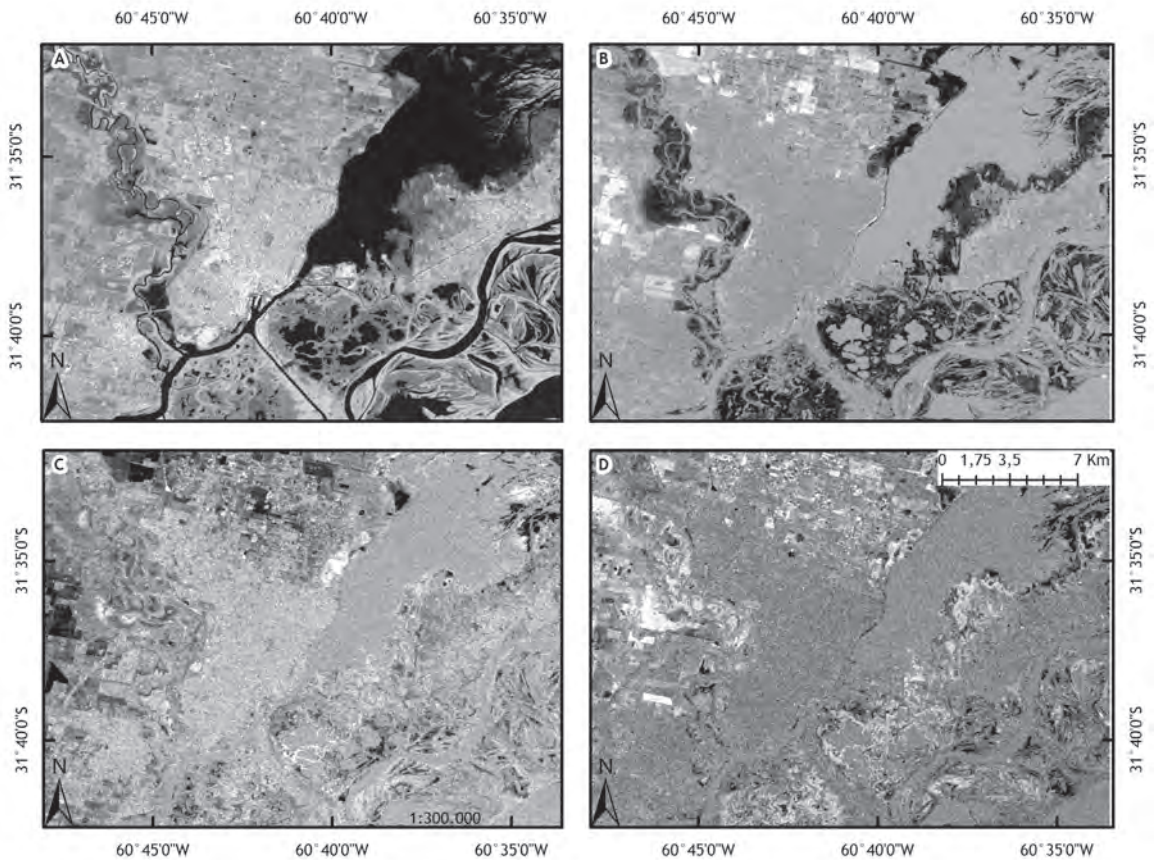


Fig. 3 - Principal component images in the area of the city of Santa Fe, Argentina, obtained by analysing a time series of VH polarised C-SAR images from January to December 2016: (A) PC 1; (B) PC 2; (C) PC 3 and (D) PC 4.

Fig. 3 - Imagens das Componentes Principais na área da cidade de Santa Fe, Argentina, obtidas por análise temporal de imagens SAR banda C e polarização VH no período de Janeiro a Dezembro de 2016: (A) PC1; (B) PC2; (C) PC3 e (D) PC4.

The flood areas mapped in PC 2 are mainly located in humid target areas where vertical vegetation is lower (Wu *et al.*, 2014). Wooded and rural areas, however, were also partially identified as flood areas. Although vegetation cover prevents the identification of water depth in these targets, the pixel intensity varies between the images with and without floods. PC 2 shows the pixel variation in flood targets best (fig. 4).

The flood map from April 2003 (International Disasters Charter, 2019) was used to validate the results surrounding the city of Santa Fe including areas of the Salado river (fig. 5). In comparison with this map, the use of PC 2 achieved an accuracy of 54.37 %. Based on the results, 93.03 % of the mapped area is considered flood-prone. In less urbanised areas comprising more wooded and humid areas, the accuracy was calculated based on the flood area developed by Graosque (2018) because Argentina floods (2019) only mapped the city of Santa Fe. In wooded and humid areas, the PC 2 method achieved an accuracy of 70.26 %.

The flood area could be mapped with only one image (fig. 4-B); however, the comparison with the technique of Principal Component Analysis shows that the thresholding

method with a single image did not fully map flood-prone areas (fig. 4). Technically, PCA also uses a threshold to identify water and non-water which is, however, defined by multiple images. The observed target threshold using a single image was -22.5 [db] while it was 0.0 [db] using PCA in PC 2 (Gómez-Palacios *et al.*, 2017; Graosque, 2018). The change in threshold values is due to the fact that in PC 2 the image basically distinguishes between pixels that varied and those that did not undergo any variation.

In addition to diverging thresholds, the differences between the methods using a time series of images and those using a single image are reflected in vertical targets such as vegetation. Mapping efforts applying the thresholding method with a single image are only recommended for flat areas (Malnes *et al.*, 2002; Solbø & Solheim, 2004; Tuan & Duong, 2009). Analysing a time series of multiple images and hence identifying variations in pixel intensity makes it possible to map water in targets with trees, for example.

Since these tools are inappropriate to analyse floods in urban areas (Solbø & Solheim, 2004), urban Santa Fe and Santo Tomé were excluded from mapping (fig. 5).

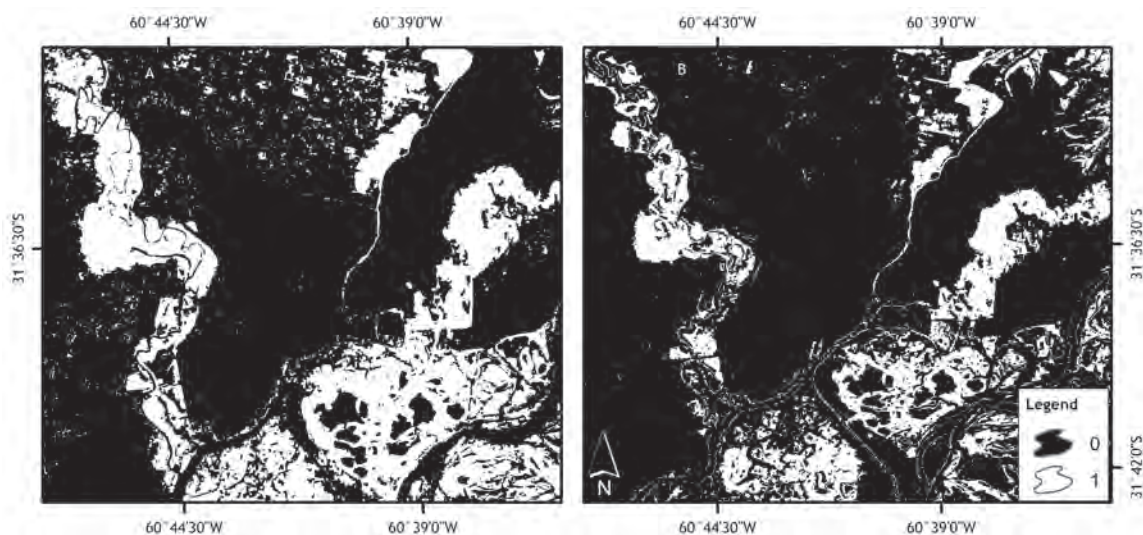


Fig. 4 - Comparison of the flood areas obtained by distinct remote sensing techniques using C-band SAR images: 1) flood water; 0) non-flooded area. (A) Flood area obtained by Principal Components 2 (PC 2) using the Sentinel-1B image series available for 2016; (B) Flood area developed by thresholding method using only the Sentinel-1B image from 7 February 2016.

Fig. 4 - Comparação das manchas de inundação obtidas com técnicas distintas de sensoriamento remoto utilizando imagens SAR com banda C: 1) área inundada; 0) área não inundada. (A) área de inundação obtida por análise das Componentes Principais 2 (PC2) utilizando a série de imagens do Sentinel-1B disponíveis para o ano de 2016; (B) área de inundação elaborada pelo método de limiarização utilizando apenas a imagem do Sentinel-1B do dia 7 de fevereiro de 2016.

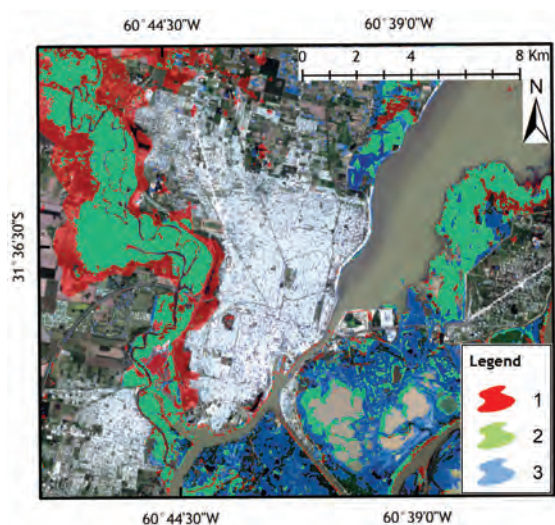


Fig. 5 - Flood areas based on the Principal Component Analysis using a time series of images: 1) Flood map from April 2003; 2) Common flood area in flood map from April 2003 and the flood map based on PCA method; 3) Flood map based on PCA method. The flood mask is superimposed on a 30-metre resolution Landsat-8 image from 3 October 2016.

Fig. 5 - Áreas de inundação obtidas a partir da série temporal por Análise de Componentes Principais: 1) Mapa de inundação de abril de 2003; 2) Área de inundação representada nos mapas de inundação de abril de 2003 e no mapa de inundação elaborado pelo método de ACP; 3) Mapa de inundação baseado no método de ACP. A área de inundação foi sobreposta à imagem Landsat - 8 com resolução de 30 metros referente ao dia 03 de outubro de 2016.

Conclusions and recommendations

Principal Component Analysis proves to be a viable option to map flood areas remotely because in addition to the precision of the result, the threshold between water and non-water is identified more precisely for horizontal as well as vertical targets. Only PCA (mainly in PC 2) permits to evaluate in which images the water level was elevated; however ideally, this information should be available before applying the method because the images that are expected to provide a major contribution to PC 2 would already be known. Measuring water levels in the field could provide such information.

Another distinctive feature is, however, that the method is not applicable to map floods in urban areas. For this reason, the urban areas of Santa Fe and Santo Tomé were not included in the mapping process.

Moreover, the use of PCA to map floods in rural areas may show divergence in the final result due to the types of crops and the season during which the images were taken. In this case, information on the area is required for the flood analysis.

References

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis: Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433-459. DOI: <https://doi.org/10.1002/wics.101>

- Agrolink. (2018). *Argentina pode perder 10% da safra de soja com incêndios e inundações*. Accessed 30th December 2018, on https://www.agrolink.com.br/agrotempo/noticia/argentina-pode-perder-10--dasafra-de-soja-com-incendios-e-inundacoes_368135.html
- ARGENTINA FLOODS - ACTIVATIONS - INTERNATIONAL DISASTERS CHARTER. (2019). Accessed 16th January 2019, on <https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/argentina-floo-6>
- Benzaquén, L., & Argentina (Orgs.). (2013). *Inventario de los humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay* (1a edición). Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Brivio, P. A., Colombo, R., Maggi, M., & Tomasoni, R. (2002). Integration of remote sensing data and GIS for accurate mapping of flooded areas. *International Journal of Remote Sensing*, 23(3), 429-441. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431160010014729>
- Celis, A. (2006). Desastres en la Región Litoral de Argentina: 1970-2004. *PAMPA*, (2), 85-109. DOI: <https://doi.org/10.14409/pampa.v1i2.3132>
- CENTRO DE INFORMACIONES METEOROLÓGICAS (2018). *Altura de la Cuenca del Paraná*. Accessed 10th June 2018, on <http://fich.unl.edu.ar/cim/alturas-rio-parana>
- Clement, M. A., Kilsby, C. G., & Moore, P. (2018). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection: Multi-temporal SAR flood mapping using change detection. *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 152-168. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12303>
- CORREIO DO BRASIL (2018). *Argentina pede créditos para reconstruir cidade inundada*. Accessed 30th December 2018, on <https://arquivo.correiodobrasil.com.br/argentina-pede-creditos-para-reconstruir-cidade-inundada/>
- Crosta, A. P. (1992). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. IG/UNICAMP, Campinas, SP, 170 p.
- Dutsenwai, H. S., Ahmad, B. B., Mijinyawa, A., & Tanko, A. I. (2016). 37 Fusion of SAR images for flood extent mapping in northern peninsula Malaysia. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 3(12), 37-48. DOI: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2016.12.006>
- ESA/CCI viewer. (2015). *Land cover and conditions of the Climate Change Initiative project*. Accessed 18th May 2017, on <http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/index.php>
- Fe, G. de S. (2018). *Gobierno de santa fe - traslado de animales por la emergencia hidrica*. Accessed 21st December 2018, on [https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/view/full/159155/\(subtema\)/93794](https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/view/full/159155/(subtema)/93794)
- Gómez-Palacios, D., Torres, M. A., Reinoso, E. (2017). Flood mapping through principal component analysis of multitemporal satellite imagery considering the alteration of water spectral properties due to turbidity conditions. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 607-623. DOI: <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1250115>
- Graosque, J. Z. (2018). *Mapeamento das áreas de inundação utilizando imagens C-SAR e SRTM, nas províncias de Santa Fé e Entre Ríos, Argentina*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre. Accessed on <http://hdl.handle.net/10183/179578>
- Henebry, M. G. (2014). *Advantages of principal components analysis for land cover segmentation from SAR image series*. Accessed 22nd December 2018, on <http://earth.esa.int/workshops/ers97/papers/henebry3/index.html>
- Henry, J. -B., Chastanet, P., Fellah, K., & Desnos, Y. -L. (2006). Envisat multi-polarized ASAR data for flood mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 27(10), 1921-1929. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431160500486724>
- Hess, L., Melack, J. M. (1994). Mapping wetland hydrology and vegetation with Synthetic Aperture Radar. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, v. 20, 197-205.
- Kandus, P., Karszenbaum, H., Pultz, T., Parmuchi, G., & Bava, J. (2001). Influence of flood conditions and vegetation status on the radar backscatter of wetland ecosystems. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 27(6), 651-662. DOI: <https://doi.org/10.1080/07038992.2001.10854907>
- Malnes, E., Guneriusson, T., Høgda, K. A. (2002). Mapping of Flood-area by Radarsat in Vannsjø, Norway. In *Proc. International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Buenos Aires.
- Markert, K. N., Chishtie, F., Anderson, E. R., Saah, D., & Griffin, R. E. (2018). On the merging of optical and SAR satellite imagery for surface water mapping applications. *Results in Physics*, 9, 275-277. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.02.054>
- NOTÍCIAS AGRÍCOLAS (2018). *Quase 3,5 milhões de hectares estão afetados pelas inundações na Argentina;... - Notícias Agrícolas*. Accessed 30th December 2018, on <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/185742-quase-35-milhoes-de-hectares-estao-afetados-pelas-inundacoes-na-argentina-saiba-o-que-aconteceu-ate.html>
- Rahman, M. R., & Thakur, P. K. (2018). Detecting, mapping and analysing of flood water propagation using synthetic aperture radar (Sar) satellite data and GIS: A case study from the Kendrapara District

- of Orissa State of India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21, S37-S41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2017.10.002>
- Santa fe mapas | el mapa interactivo de la ciudad de santa fe. (2018). Accessed 21st December 2018, on <http://muniweb1.santafeciudad.gov.ar/santafemapas/#>
- Santoro, M., & Wegmuller, U. (2014). Multi-temporal synthetic aperture radar metrics applied to map open water bodies. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(8), 3225-3238. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2013.2289301>
- Santoro, M., Wegmüller, U., Lamarche, C., Bontemps, S., Defourny, P., & Arino, O. (2015). Strengths and weaknesses of multi-year Envisat ASAR backscatter measurements to map permanent open water bodies at global scale. *Remote Sensing of Environment*, 171, 185-201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.10.031>
- Sanyal, J., & Lu, X. X. (2004). Application of remote sensing in flood management with special reference to monsoon asia: a review. *Natural Hazards*, 33(2), 283-301. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000037035.65105.95>
- Sato, L. Y., Shimabukuro, Y. E., Kuplich, T. M. (2011). Uso da análise por componentes principais na avaliação da mudança da cobertura florestal da Floresta Nacional do Tapajós. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, INPE, 6696 p.
- Solbø, S., Solheim, I. (2004). Towards Operational Flood Mapping with Satellite SAR. Norut Information Technology AS. Tromsø Science Park, N-9291 Tromsø, Norway. *Proc. of the 2004 Envisat & ERS Symposium*, Salzburg, Austria.
- Tingsanchali, T. (2012). Urban flood disaster management. *Procedia Engineering*, 32, 25-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1233>
- Townsend, P. A. (2002). Relationships between forest structure and the detection of flood inundation in forested wetlands using C-band SAR. *International Journal of Remote Sensing*, 23(3), 443-460. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431160010014738>
- Townsend, P. A. (2001). Mapping seasonal flooding in forested wetlands using multitemporal Radarsat SAR. *Photogrammetric Eng. Remote Sensing*, v. 67(7), p.857864.
- Townsend, P. A., & Walsh, S. J. (1998). Modeling floodplain inundation using an integrated GIS with radar and optical remote sensing. *Geomorphology*, 21(3-4), 295-312. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00069-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00069-X)
- Tralli, D. M., Blom, R. G., Zlotnicki, V., Donnellan, A., & Evans, D. L. (2005). Satellite remote sensing of earthquake, volcano, flood, landslide and coastal inundation hazards. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 59(4), 185-198. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2005.02.002>
- Tuan, T. A., & Duong, N. D. (2009). Flood Monitoring Using ALOS/PALSAR Imagery . In *TS 3E - Disaster Risk Management: Approaches and Consequences* . Hanoi, Vietnam: Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment.
- Vallejos, O., Matharán, G., Marichal, M. E. (2014). Las inundaciones en la ciudad de Santa Fe, Argentina, vistas desde una perspectiva CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, n.º 25, vol. 9, 147-180.
- Wu, H., Adler, R. F., Tian, Y., Huffman, G. J., Li, H., & Wang, J. (2014). Real-time global flood estimation using satellite-based precipitation and a coupled land surface and routing model. *Water Resources Research*, 50(3), 2693-2717. DOI: <https://doi.org/10.1002/2013WR014710>
- Yan, K., Di Baldassarre, G., Solomatine, D.P., and Schumann, G.J-P. (2015). A review of low-cost space-borne data for flood modelling: topography, flood extent and water level. *Hydrol. Process.*, 29, 3368- 3387. DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.10449>

RECONSTRUÇÃO DE DADOS E DETECÇÃO DE ONDAS DE CALOR E DE FRIO NO PORTO E CONCELHOS VIZINHOS - PORTUGAL*

RECONSTRUCTION OF DATA AND DETECTION OF HEAT AND COLD WAVES IN PORTO AND NEIGHBOURING MUNICIPALITIES - PORTUGAL

49

Maikon Passos Amilton Alves

Universidade Federal de Santa Catarina, LabClima, Departamento de Geociências (Brasil)
ORCID 0000-0002-3328-2265 maiconpassos@gmail.com

Rafael Brito Silveira

Universidade Federal de Santa Catarina, LabClima, Departamento de Geociências (Brasil)
ORCID 0000-0002-7062-3540 rafaelbsilveirageo@gmail.com

Ana Monteiro

Universidade do Porto, IGUP, Departamento de Geografia (Portugal)
ORCID 0000-0002-3392-2664 anamt@letras.up.pt

Daniel Pires Bitencourt

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Brasil)
ORCID 0000-0001-6727-4290 daniel.bitencourt@fundacentro.gov.br

Carlos Miguel Sousa

Universidade do Porto, IGUP, Membro do grupo de investigação CHERG (Portugal)
ORCID 0000-0002-0924-0866 miguelsousa83@gmail.com

RESUMO

Efetou-se a reconstrução das séries históricas por meio da análise de regressão linear simples (RLS) e, depois, transformaram-se os dados existentes das estações meteorológicas clássicas (EMC) e automáticas (EMA) de cada uma em séries únicas e contínuas. As ondas de calor (OdC) e as ondas de frio (OdF) foram detectadas a partir de dados diários de temperatura obtidos entre 1970 e 2017. A RLS para a temperatura máxima e para a temperatura mínima, entre as quatro estações, foram significativas ($p < 0,0001$). As correlações (r_s) entre as séries reconstruídas para as estações dos mesmos sítios foram muito fortes ($p < 0,01$), variando entre 0,93 e 0,99. Com base no teste de Mann-Kendall ($\alpha = 5\%$), as OdC em Pedras Rubras tendem a ser mais frequentes e mais duradouras. Já para as OdC na estação da Serra do Pilar, todos os parâmetros apresentaram tendência significativa de aumento. Quanto às OdF em Pedras Rubras, há tendência para eventos menos frequentes, menos duradouros e mais intensos. As OdF na Serra do Pilar apresentaram-se menos frequentes, menos duradouras e menos severas.

Palavras-chave: Reconstrução de séries climatológicas, onda de calor, onda de frio.

ABSTRACT

Reconstruction of the historical series was performed using simple linear regression analysis (RLS), and then the existing data from the classic (EMC) and automatic (EMA) weather stations were transformed in single and continuous series. Heat waves (OdC) and cold waves (OdF) were detected from daily temperature data obtained between 1970 and 2017. The RLS for the maximum temperature and for the minimum temperature between the four stations were significant ($p < 0.0001$). The correlations (r_s) between the series reconstructed for the stations of the same sites were very strong ($p < 0.01$), ranging from 0.93 to 0.99. Based on the Mann-Kendall test ($\alpha = 5\%$), the OdC in Pedras Rubras tend to be more frequent and more durable. However, for the OdC in the Serra do Pilar station, all parameters showed a significant upward trend. As for the OdF in Pedras Rubras, there is a trend towards less frequent, shorter and more intense events. The OdF in Serra do Pilar were less frequent, shorter and less severe.

Keywords: Reconstruction of climatological series, heat wave, cold wave.

* O texto deste artigo foi submetido em 28-10-2019, sujeito a revisão por pares a 15-11-2019 e aceite para publicação em 07-01-2020.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Os eventos climáticos extremos, nas suas mais diferentes maneiras de se manifestar, têm impactes severos nos seres humanos e nas suas atividades. As temperaturas extremas, aqui designadas de ondas de calor (OdC) e de ondas de frio (OdF), são cada vez mais frequentes e geram consequências igualmente graves para os seres humanos como testemunham diversos autores (e.g. Guerreiro, 2011; Cunha, 2012; Monteiro, Carvalho, 2013; Mateus, 2014; Geirinhas *et al.*, 2017; Geirinhas *et al.*, 2018; Silveira *et al.*, 2018).

Note-se que o critério para classificar uma OdC e uma OdF, foi instituído pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), que considera uma OdC ou uma OdF se num período de no mínimo seis dias consecutivos a $T_{máx}$ ou $T_{mín}$ esteja 5°C acima ou abaixo da média do período de referência (WMO, 2015). A partir da criação do termo pela OMM o mesmo banalizou-se e muitas classificações passaram a atribuir tal nomenclatura para estes eventos. Entretanto, o método estabelecido pela OMM é muito rigoroso (Alves *et al.*, 2017a) e, em diversos conjuntos de dados, praticamente não detecta OdC e OdF. Além disto, sabe-se que eventos extremos de temperatura com durações menores do que o recomendado pela OMM também podem ser prejudiciais em diversos setores da sociedade. Por isto, assim como outras (e.g. Theoharatos *et al.*, 2010; Firpo *et al.*, 2012; Geirinhas *et al.*, 2017), a presente investigação utiliza um método de deteção diferente e ainda assim atribui a nomenclatura OdC e OdF.

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) por meio do seu 6º relatório de avaliação indica, com alta confiabilidade, um aumento na temperatura média do ar ($T_{média}$) na maioria das regiões terrestres e oceânicas e também um incremento dos extremos de calor na maioria das áreas habitadas (IPCC, 2018, p. 7). Para o Mediterrâneo muitos autores alertam para o aumento dos extremos de calor (Frich *et al.*, 2002; Founda *et al.*, 2004) e para o decréscimo dos episódios de frio extremo (Meehl, Tebaldi, 2004; Díaz *et al.*, 2006). Monteiro *et al.* (2018), observando o padrão da $T_{média}$, da temperatura mínima ($T_{mín}$) e da temperatura máxima ($T_{máx}$) ao longo do último século, demonstram que, similarmente ao que ocorre em outros lugares de mesma latitude, a área de Vila Nova de Gaia, em Portugal, tem registrado tendência de aumento nas temperaturas, principalmente a partir da década de 1980. Analisando as tendências seculares de eventos climáticos extremos de temperatura, Monteiro *et al.* (2012, 2018) exibem que os eventos de calor parecem estar aumentando nas últimas décadas, ao passo que os de frio aparentam estar diminuindo consideravelmente. Entretanto, Monteiro *et al.* (2012) lembram que o frio extremo também continua sendo um grave risco para a saúde humana na Área Metropolitana do Porto (AMP).

Cunha (2012) expõe que, em Portugal, todos os anos, os eventos de OdC e OdF afetam significativamente diversos setores importantes da economia, como a agricultura, a silvicultura, os transportes, o turismo e a pesca.

Monteiro *et al.* (2012, 2018) explicam que a Área Metropolitana do Porto possui quatro subtipos climáticos, sendo eles: 1) Atlântico, 2) Atlântico ameno, 3) Atlântico de transição fresco e, 4) de Altitude. Nos concelhos objetos deste estudo, o clima preponderante é o Atlântico e, somente em algumas áreas de altitudes mais elevadas, é o Atlântico ameno. Daveau (1995, p. 96) argumenta que a estação do Porto localizada no norte do país, em comparação com a estação de Faro, no Sul, ao longo de todo ano apresenta temperaturas do ar ligeiramente menores, evidenciando a importância do fator latitude diante do quadro térmico nacional. A autora demonstra como o fator oceanicidade condiciona a amplitude térmica em Portugal, propiciando diferenças menores entre $T_{máx}$ e $T_{mín}$ nas áreas mais costeiras.

Basicamente, os tipos de tempo que regem a dinâmica climática de Portugal diferenciam-se entre inverno e verão, consoante o posicionamento da superfície frontal polar e do Anticiclone dos Açores. No inverno, em geral, predominam os tipos de tempo associados às frentes polares. Ademais, no período invernal os ventos oceânicos ocidentais penetram largamente o país, uniformizando de maneira efetiva a temperatura no interior até encontrar obstáculos orográficos (Daveau, 1995, p. 47, 48). Já no verão, os tipos de tempo são controlados pelas situações anticiclônicas e pela presença de sistemas barométricos ciclônicos no interior da Península Ibérica e no norte da África. No litoral as águas costeiras do Atlântico são frias pela ascensão frequente da água profunda, desenvolvendo-se nestas áreas uma camada de ar fresco e húmido. O restante do país é influenciado por uma situação anticiclônica mais estável, a insolação proveniente desta condição aquece fortemente o solo e a camada de ar superficial sobreposta, dando origem a uma massa de ar conhecida como *ibérica*, de característica muito quente e seca, dominando as áreas mais interioranas (Daveau, 1995, p. 48).

Os concelhos de Porto, Maia, Matosinhos e Vila Nova de Gaia estão na parte setentrional do país, pertencentes à Área Metropolitana do Porto (AMP) (fig. 1). O Instituto Nacional de Estatística (INE) no Censo de 2011 indica que o concelho de Maia possuía uma população de 135.306 habitantes, Matosinhos de 175.478, Porto de 237.591 e Vila Nova de Gaia de 302.295. O montante dos quatro concelhos somados representa 8% do total da população do país, que para o mesmo ano era de 10.562.178 habitantes (INE, 2011).

Ao estudar o clima e suas aplicabilidades, o ideal é que se tenham dados de séries históricas longas, contínuas e isentas de falhas. Mas, na prática isto não é simples de

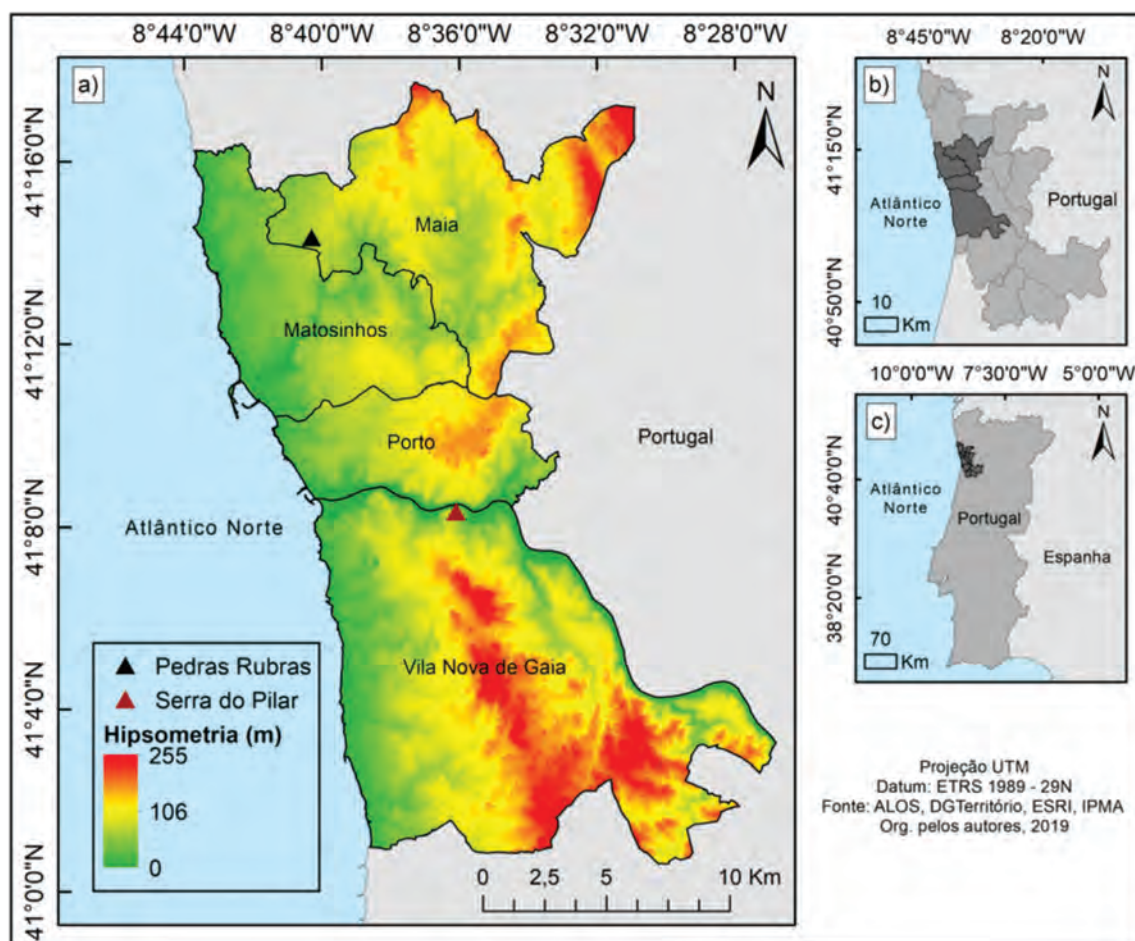


Fig. 1 - Localização da área de estudo: a) Município do Porto, concelhos vizinhos investigados e estações meteorológicas investigadas (▲|▲); b) Concelhos pertencentes à Área Metropolitana do Porto; (AMP); c) AMP em Portugal.

Fig. 1 - Location of the study area: a) Municipality of Porto, neighbouring municipalities and weather stations studied (▲|▲); b) Municipalities belonging to the Metropolitan Area of Porto; c) AMP in Portugal.

se obter. As séries geralmente são incompletas, devido aos dados faltantes que podem surgir pela exclusão de registos inconsistentes ou pelo mau funcionamento dos equipamentos medidores (Eischeid *et al.*, 1995; Yaguchi *et al.*, 2016). Tais problemas podem ocasionar perda de informações importantes, especialmente nos casos de eventos extremos, como as OdC e as OdF. Para sanar parcialmente o problema de dados inexistentes, uma das alternativas é o preenchimento das lacunas a partir de métodos estatísticos diversos (Kemp *et al.*, 1983; Tardivo, Berti, 2013; Yaguchi *et al.*, 2016). Segundo Yaguchi *et al.* (2016, p. 1420) e Bier *et al.* (2017), diversos métodos de preenchimento de falhas são utilizados ao longo do espaço-tempo, dentre eles a regressão linear simples (RLS).

Monteiro e Carvalho (2013) realizaram um estudo aplicando diversos métodos de detecção de extremos de temperatura a partir dos dados registados na estação meteorológica clássica da Serra do Pilar (EMCSP), entre os anos de 1901 e 2007. Contudo, as análises não puderam ser ampliadas

pela inativação em 2007 da estação clássica. Na AMP existiam duas estações meteorológicas clássicas (EMC), a EMC de Pedras Rubras (EMCPR) e a EMCSP, uma com o funcionamento interrompido em 1997 e a outra em 2007, respetivamente. Após a desativação das duas EMC, foram instaladas duas estações meteorológicas automáticas (EMA) nos mesmos locais, porém, sem períodos de interseção. A EMA da Serra do Pilar possui registos até junho de 2018 e a EMA de Pedras Rubras até abril de 2017. Pela descontinuidade de dados entre as EMC e as EMA em cada um dos seus respetivos sítios, houve a necessidade de se aplicar testes estatísticos visando a reconstrução, a estimativa e a possibilidade de se utilizar ambas de maneira contínua. Ressalta-se que os dados descritos são os de temperatura do ar (T_{max} e T_{min}).

Embora Monteiro e Carvalho (2013) tenham testado cinco métodos de detecção de extremos de temperatura para a EMC da Serra do Pilar, conforme supracitado, os autores não incluíram a estação meteorológica de Pedras Rubras.

Portanto, a presente investigação objetiva detetar os extremos de temperatura, chamados aqui de OdC e OdF, para um período mais atual (1970-2017), comparando as duas estações.

As investigações envolvendo extremos de temperatura no mundo possuem distintas técnicas e métodos para classificá-los, tanto para o calor como para o frio. Além disto, quando identificados, os parâmetros também exibem distinções quanto às suas formas de caracterização (e.g. Unkašević, Tošić, 2015; Keevallik, Vint, 2015; Spinoni *et al.*, 2015; Bitencourt *et al.*, 2016; Basarin *et al.*, 2016; Ceccherini *et al.*, 2016; Alves *et al.*, 2017b; Pereira *et al.*, 2017; Capozzi, Budillon, 2017). Entretanto, na presente pesquisa optou-se por utilizar a metodologia adotada por Bitencourt *et al.* (2019), pois acredita-se que o método seja o mais adequado para detectar os eventos de OdC e OdF.

Neste sentido, o presente manuscrito tem como objetivo tornar contínuas as séries históricas dos dados de $T_{máx}$ e $T_{mín}$ das estações de Pedras Rubras e Serra do Pilar. Em posse das séries sequentes, aplicar um método de detecção de OdC e OdF em ambas as séries, além de seus parâmetros: frequência, duração, intensidade e severidade média, bem como as suas tendências.

Material e métodos

Para este trabalho foram selecionados os registos de $T_{máx}$ e $T_{mín}$ entre 1970 e 2017 de duas estações climatológicas muito próximas entre si: Porto Serra do Pilar e Porto Pedras Rubras (fig. 1a).

Os dados de $T_{máx}$ e $T_{mín}$ estavam inicialmente organizados em quatro séries, uma vez que existem registos da EMC de Pedras Rubras, localizada no aeroporto Francisco Sá Carneiro, em Maia; e da EMC da Serra do Pilar, situada em Vila Nova de Gaia, nas dependências do Instituto Geofísico da Universidade do Porto (IGUP). Além destes, há os registos das EMA instaladas posteriormente nos mesmos sítios. As estações meteorológicas de Pedras

Rubras estão a uma altitude de 69 m e as da Serra do Pilar a 93,5 m, nesta ordem. Os dados são originalmente provenientes do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), consistidos pelo IGUP.

O período exato dos registos das estações meteorológicas, as suas respetivas interseções e também o percentual de falhas para as variáveis de temperatura apresentam algumas diferenças entre os dois pontos de observação (TABELA I).

Método de preenchimento de falhas

Como apontado anteriormente, existem diversos métodos de preenchimento de falhas. Entretanto, as técnicas estatísticas na climatologia podem ser aplicadas de acordo com a variável investigada, com a disponibilidade de dados e ainda com o número de postos existentes capazes de serem incluídos nos testes (Baba *et al.*, 2014; Yaguchi *et al.*, 2016; Mello *et al.*, 2017). No caso específico desta investigação, não existia mais do que um posto de dado com registos concomitantes ao da EMC Serra do Pilar, estação meteorológica base/referência para as correções e estimativas. Sendo assim, optou-se por aplicar a regressão linear simples (RLS), que é uma das técnicas mais utilizadas em estudos que trabalham com dados de temperatura do ar. Segundo Mello *et al.* (2017, p. 119), por vezes, não existem dados disponíveis em momentos idênticos em mais de uma estação meteorológica de modo a efetuar o preenchimento de dados faltantes, sendo uma das alternativas mais empregadas, neste caso, a RLS.

Kemp *et al.* (1983), ao avaliarem sete métodos de preenchimento de falhas para a $T_{máx}$ e $T_{mín}$ em Idaho (EUA), observaram que a técnica de regressão foi a que apresentou os menores erros quando comparada às demais. Os autores afirmam que não houve diferença significativa entre a RLS e a regressão linear múltipla (RLM). Tardivo e Berti (2013) descrevem um método baseado em regressão para preencher falhas em séries temporais diárias, os mesmos indicam que os erros são menores para temperatura

TABELA I - Período de dado para cada estação (EMC e EMA), n.º de registos e % de falhas - $T_{máx}$ e $T_{mín}$.

TABLE I - Data period for each station (EMC and EMA), number of records and % of failures - $T_{máx}$ and $T_{mín}$.

Variável	Estação Meteorológica	Período de dados	Dias com dados	Falhas (%)
$T_{máx}$	EMC Serra do Pilar	01/01/1970 - 31/12/2007	13.879	0,00
$T_{máx}$	EMC Pedras Rubras	01/01/1970 - 30/12/1996	9.846	0,16
$T_{máx}$	EMA Serra do Pilar	03/02/2009 - 27/06/2018	2.524	26,40
$T_{máx}$	EMA Pedras Rubras	01/01/1997 - 02/04/2017	7.088	4,17
$T_{mín}$	EMC Serra do Pilar	01/01/1970 - 31/12/2007	13.874	0,03
$T_{mín}$	EMC Pedras Rubras	01/01/1970 - 31/12/1996	9.849	0,13
$T_{mín}$	EMA Serra do Pilar	03/02/2009 - 21/06/2018	2.523	26,48
$T_{mín}$	EMA Pedras Rubras	31/12/1996 - 01/04/2017	7.098	4,04

Fonte: IPMA, s/d. Organizado pelos autores, 2019. Source: IPMA, n.d. Organized by the authors, 2019.

mínima. Yaguchi *et al.* (2016) com o intuito de examinar o melhor método de preenchimento de falhas para estimar as $T_{máx}$ e as $T_{mín}$ num conjunto de EMC em Santa Catarina (Brasil), dentre os resultados, exibem que os métodos de Steurer na versão modificada (STMOD), o RLS e o RLM apresentaram os menores erros e não resultaram em diferenças significativas de erros médios absolutos. Todavia, no caso da investigação realizada por Yaguchi *et al.* (2016) existia a possibilidade de se testar métodos com mais de uma estação meteorológica independente, o que não ocorre no presente estudo, pois inicialmente só existia uma estação meteorológica representativa como variável independente. Fino (2018), para a região de Ribatejo (Portugal), entre os anos de 2006 e 2014, ao realizar a caracterização agroclimática das localidades de Ferreira do Zêre, Santarém e Almeirim, recorreu a RLS para preencher as falhas da variável temperatura em três estações meteorológicas utilizadas no seu estudo, obtendo resultados satisfatórios nos preenchimentos das lacunas.

Análise de regressão linear simples e correlações

Rogerson (2012, p. 201) afirma que a regressão linear parte do princípio que existe um relacionamento linear entre a variável dependente (y) e a variável independente (x). Neste sentido, preencher as falhas das estações analisadas partindo da EMC Serra do Pilar como referência se demonstra pertinente e aplicável, pois conforme o IPMA (s/d) exibe, ambas as localidades estão no mesmo subtipo climático, portanto em áreas geográficas homogêneas do ponto de vista atmosférico.

O preenchimento das falhas de temperatura ($T_{máx}$ e $T_{mín}$), detetadas nas séries de dados das quatro estações meteorológicas supracitadas, foi feito recorrendo a RLS, de forma a determinar os coeficientes de determinação entre duas variáveis, realizando estimativas (Kazmier, 1982; Rogerson, 2012; Uyanik, Güler, 2013), conforme:

$$Yx = a + bx \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo: Yx é o valor estimado da variável dependente (valor a preencher) dado um valor específico da variável independente; x é um valor específico da variável independente (valor da estação de referência); a é o ponto de interseção da reta de regressão linear com o eixo y ; b é o declive da reta de regressão.

Por se tratar de quatro estações meteorológicas com séries distintas, realizaram-se quatro testes de RLS, assim sequenciais: 1) EMC Serra do Pilar (x) com a EMC Pedras Rubras (y); 2) EMC Pedras Rubras (x) com EMA Pedras Rubras (y); 3) EMA Pedras Rubras (x) com EMA Serra do Pilar (y); 4) EMA Serra do Pilar (x) com EMA Pedras Rubras (y). A escolha da estação de referência (x) em todos os casos teve em conta o número de dados registados, conforme utilizado por Fino (2018, p. 26). A significância das análises de RLS foi verificada ao nível de $\alpha = 5\%$.

Posteriormente ao preenchimento das falhas, com o intuito de transformar as estações convencionais e as automáticas de cada local em séries únicas e contínuas, aplicou-se a correlação de Spearman (r_s), por se tratar de um teste não-paramétrico, uma vez que a partir do teste de Shapiro-Wilk (W), nenhuma das oito séries de dados ($T_{máx}$ e $T_{mín}$) apresentou distribuição normal ($p < 0,05$). A correlação de Spearman é um teste não-paramétrico que pode ser usado em condições de análises com variáveis quantitativas em que a distribuição conjunta seja diferente da normal. Este teste exige apenas que as variáveis x e y sejam medidas pelo menos em escala ordinal (Bauer, 2007; Rogerson, 2012). Todos os testes estatísticos foram realizados no *software* PAST 3.21 (Hammer *et al.*, 2001).

Deteção das OdC e OdF

O método aplicado para detetar as OdC e as OdF foi o adotado por Bitencourt *et al.* (2019). A técnica identifica as OdC (OdF) com base em limites diários que consideram o percentil 90 (10) da $T_{máx}$ ($T_{mín}$), centrado numa janela de 15 dias (sete dias antes, o dia em questão e os sete dias posteriores). Esse procedimento proporciona uma amostragem de até 720 observações para o cálculo do limiar climatológico diário (P90 e P10), considerando o período 1970-2017 (48 anos). Para se considerar uma onda, a duração mínima deve ser de três dias consecutivos com $T_{máx} > P90$ (OdC) e $T_{mín} < P10$ (OdF) com base no limiar diário estabelecido. As ondas iniciadas num mês e finalizadas noutro foram contabilizadas para o mês da génese do evento. Ressalta-se que a deteção das ondas ocorreu até 2017, pois os dados contínuos ocorrem somente até junho de 2018.

Uma vez identificados os eventos de OdC (OdF), baseado nos seus respetivos limiares diários, para a estação de Pedras Rubras e para a estação de Serra do Pilar, foram extraídos os seguintes parâmetros: Frequência (Frq); Duração (D); Intensidade (Int); Severidade média (Sm) e as suas relativas tendências mensal e anual.

Frequência (Frq) é a quantidade de ondas encontradas por mês e por ano. A duração (D) refere-se ao número de dias em que a $T_{máx} > P90$ ou em que a $T_{mín} < P10$, ocorrendo por, no mínimo, três dias consecutivos. A média da temperatura durante o evento é calculada e chamada de Intensidade (Int), a intensidade da OdC é dada por:

$$Int(OdC) = 1/D \left(\sum_i^D (T_{máx})_i \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

e a da OdF é dada por:

$$Int(OdF) = 1/D \left(\sum_i^D (T_{mín})_i \right) \quad (\text{Eq. 3})$$

Conforme apresentado por Unkašević e Tošić (2015), Spinoni *et al.* (2015) e Bitencourt *et al.* (2019), a severidade (S) é determinada por:

$$S_{OdC} = \sum_i^D (|T_{máx} - P90|)_i \quad (Eq. 4)$$

e por:

$$S_{OdF} = \sum_i^D (|T_{mín} - P10|)_i \quad (Eq. 5)$$

Já a severidade média (Sm) para OdC é dada por:

$$Sm(OdC) = S_{OdC}/D \quad (Eq. 6)$$

A severidade média (Sm) para OdF é dada por:

$$Sm(OdF) = S_{OdF}/D \quad (Eq. 7)$$

Aqui, analisaremos a Sm , uma vez que este importante parâmetro permite a deteção de eventos relativamente mais quentes durante os meses mais frios, por exemplo.

Para o presente estudo consideraram-se como primavera os meses de março, abril e maio; verão: junho, julho e agosto; outono: setembro, outubro e novembro e; inverno: dezembro, janeiro e fevereiro.

Análise das tendências

As análises estatísticas de tendência para Frq ; D ; Int e Sm das OdC e das OdF foram realizadas empregando-se o teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), por meio do modelo linear, utilizando-se o *software* XLSTAT. O nível de significância adotado para o teste de Mann-Kendall foi $\alpha = 5\%$. A hipótese nula (H_0) indica que não há tendência na série analisada e a hipótese alternativa (H_1) implica que há tendência (Rogerson, 2012, p. 133). A utilização do *software* XLSTAT permitiu incluir na análise todos os 48 anos de forma contínua (1970-2017).

O teste de Mann-Kendall é um teste sequencial, robusto e não paramétrico aplicado em diversas pesquisas que analisam dados de elementos ambientais e suas possíveis tendências (e.g. Salviano *et al.*, 2016; Ely, Dubreuil, 2017). Utiliza-se este teste para verificar se certa série de dados demonstra tendência temporal de modificação estatisticamente significativa. Ademais, por ser um teste não paramétrico, não é necessário que os dados tenham distribuição normal (Von Storch, 1999; Yue *et al.*, 2002).

Mas, para a aplicação do teste de Mann-Kendall é importante averiguar a autocorrelação dos dados. Se os dados forem autocorrelacionados, a capacidade de avaliação correta do significado da tendência do mesmo é afetada; deste modo, pode existir aumento da

probabilidade de se encontrar tendências, quando, na verdade, não ocorreria ou vice-versa (Hamed, Rao, 1998; Salviano *et al.*, 2016).

A viabilidade de autocorrelação (correlação serial) para os parâmetros estudados nas duas estações meteorológicas foi examinada mediante a função de autocorrelação do Action Stat, utilizando o método de identificação de Análise Gráfica ($\hat{e} \times t$). Previamente, é válido apontar que as análises mostraram que todos os parâmetros nas séries das duas estações apresentam ausência de autocorrelação, isto é, não há padrão qualquer evidente de relacionamento entre a variável analisada pelo tempo. Por isto, segundo Hirsch *et al.* (1982) tais verificações tornam o teste de Mann-Kendall aplicável e mais eficiente.

Resultados e discussão

Reconstrução dos dados

As regressões para a $T_{máx}$ foram significativas ($p < 0,0001$), ou seja, além do nível estabelecido de $\alpha = 5\%$ ($p < 0,05$), com valores de r de 0,96 e 0,97. Segundo Rogerson (2012), quanto mais próximo de 1, maior a confiabilidade dos dados obtidos para o preenchimento de falhas. Os coeficientes de determinação (r^2) variaram entre 0,93 e 0,96. O erro padrão estimado dos resíduos (EPER) não ultrapassou 1,3 em nenhuma das quatro análises (TABELA II).

Para a análise estatística entre as convencionais (EMCSP x EMCPR) o r^2 foi 0,94, significando que 94% da variação total na $T_{máx}$ é explicada pelo modelo de regressão ajustado, o gráfico de dispersão do teste demonstra o referido (fig. 2a). Entre a EMCPR e a EMAPR o r^2 também apresentou desempenho satisfatório similar, com 93% da variação total na $T_{máx}$ sendo explicada (fig. 2b). As menores dispersões foram verificadas nas análises entre as duas EMA, com o r^2 de 0,96, ou seja, com 96% da variação total explicada (fig. 2c e 2d).

Verifica-se que nos gráficos de dispersão, tanto para a $T_{máx}$ quanto para a $T_{mín}$, existem *outliers*, isto é, pontos com grande disparidade na temperatura entre as duas estações meteorológicas analisadas nos testes (fig. 2 e 3), todavia, optou-se por não excluir tais registos. Acredita-se que tais *outliers* possam ser erros de observação e/ou erros de inserção dos dados.

TABELA II - Resultados da RLS para a $T_{máx}$ entre as estações utilizadas no estudo.

TABLE II - RLS results for $T_{máx}$ between the stations used in the study.

Análise	Figura	n	a (intercepto)	b (slop)	r^2	r	p-valor	EPER
EMCSP x EMCPR	2a	9.846	1,6653	0,89907	0,94	0,97	<0,0001	1,2
EMCPR x EMAPR	2b	3.919	0,0024815	0,98107	0,93	0,96	<0,0001	1,3
EMAPR x EMASP	2c	1.966	-0,40496	1,1307	0,96	0,97	<0,0001	1,2
EMASP x EMAPR	2d	1.966	1,1176	0,849	0,96	0,97	<0,0001	1,1

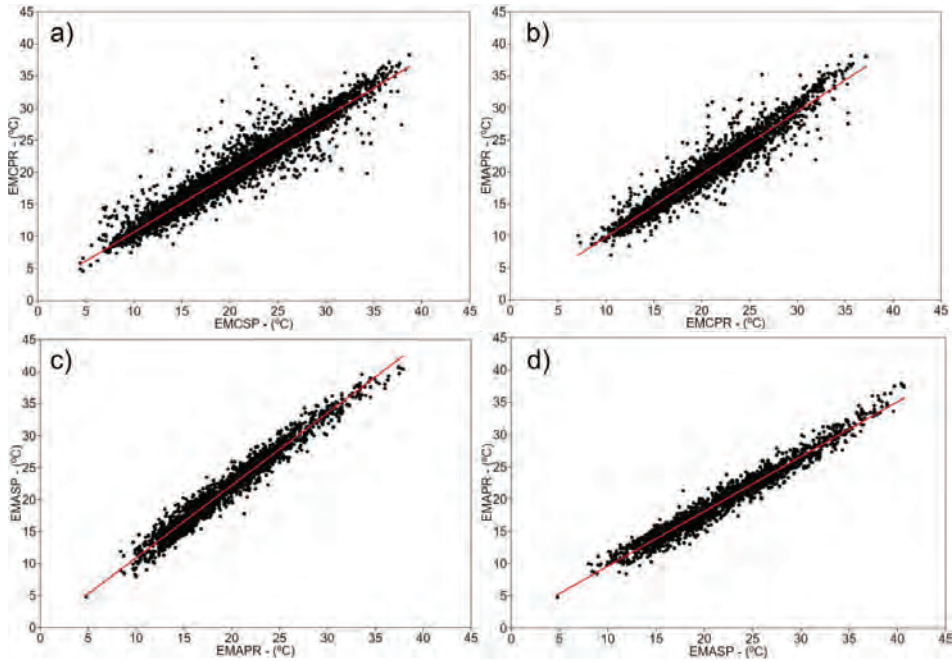


Fig. 2 - Gráficos de dispersão (T_{max} - °C) das análises entre as estações investigadas. a) Estação meteorológica clássica da Serra do Pilar (EMCSP) versus Estação meteorológica clássica de Pedras Rubras (EMCPR). b) EMCPR versus Estação meteorológica automática de Pedras Rubras (EMAPR). c) EMAPR versus Estação meteorológica automática da Serra do Pilar (EMASP). d) EMASP versus EMAPR.

Fig. 2 - Scatter plots (T_{max} - °C) of the analyses between the stations investigated. a) Classic weather station in Serra do Pilar (EMCSP) versus Classic weather station of Pedras Rubras (EMCPR). b) EMCPR versus Automatic weather station of Pedras Rubras (EMAPR). c) EMAPR versus Automatic weather station of Serra do Pilar (EMASP). d) EMASP versus EMAPR.

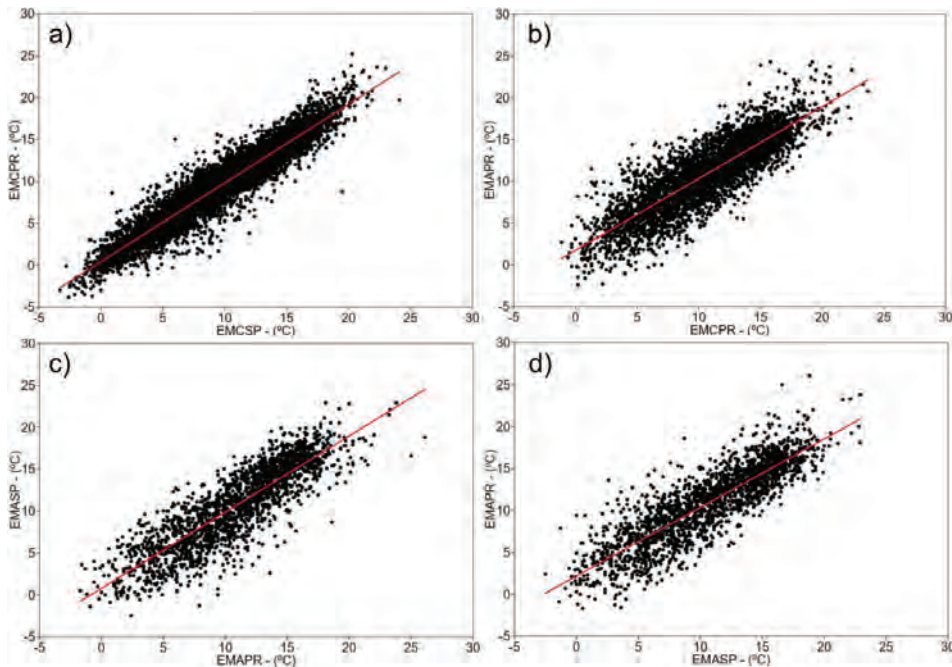


Fig. 3 - Gráficos de dispersão (T_{min} - °C) das análises entre as estações investigadas. a) Estação meteorológica clássica da Serra do Pilar (EMCSP) versus Estação meteorológica clássica de Pedras Rubras (EMCPR). b) EMCPR versus Estação meteorológica automática de Pedras Rubras (EMAPR). c) EMAPR versus Estação meteorológica automática da Serra do Pilar (EMASP). d) EMASP versus EMAPR.

Fig. 3 - Scatter plots (T_{min} - °C) of the analyses between the stations studied. a) Classic weather station of Serra do Pilar (EMCSP) versus Classic weather station of Pedras Rubras (EMCPR). b) EMCPR versus Automatic weather station of Pedras Rubras (EMAPR). c) EMAPR versus Automatic weather station of Serra do Pilar (EMASP). d) EMASP versus EMAPR.

Diante da T_{min} a significância dos testes apresentou o mesmo padrão que a T_{max} ($p < 0,0001$), com o r oscilando entre 0,85 e 0,95. Já o r^2 nas quatro análises não foi menor do que 0,74 (TABELA III).

Para a T_{min} a menor dispersão entre as quatro análises ocorreu entre as duas EMC, com o r^2 de 0,91, isto é, com 91% (TABELA III) da variação absoluta na T_{min} sendo explicado pelo modelo de regressão ajustado, o gráfico de dispersão do teste demonstra o descrito (fig. 3a). Enquanto os coeficientes de regressão para as três outras análises apresentaram o mesmo valor (0,74), ou seja, as maiores dispersões (fig. 3b, 3c e 3d). Todavia, o EPER foi, em geral, maior do que para a T_{max} , especificamente nos testes envolvendo as EMA.

Como as RLS apresentaram resultados satisfatórios para as duas variáveis estudadas (T_{max} e T_{min}), antes de testar as correlações entre as duas séries reconstruídas para cada localidade, com o intuito de torná-las contínuas, aplicouse o teste de normalidade para verificar se os dados eram ou não paramétricos. Como nenhuma das séries confirmou a normalidade ($p < 0,05$) (TABELA IV), por conta disto aplicou-se a correlação de Spearman (r_s).

A correlação para a T_{max} foi realizada entre: EMCSP x EMASP, no período de 01/01/1970 a 31/12/2007 e; EMCPR x EMAPR, para o mesmo período. Para a T_{min} as mesmas correlações foram aplicadas entre as estações

meteorológicas, com o período idêntico, mas, o número de observações (n) é ligeiramente menor por conta de algumas falhas no meio da série (TABELA V).

As correlações (r_s) entre as séries reconstruídas para as estações meteorológicas dos mesmos sítios (Serra do Pilar e Pedras Rubras) apresentaram valores oscilando entre 0,93 e 0,99, para as duas variáveis. Estes valores, conforme Andriotti (2003) estão dentro da classe de correlação *muito forte* . Além disto, os testes demonstraram nível de significância estatisticamente maior do que $\alpha = 5\%$ (TABELA V). Por este motivo foi possível combinar e tornar as séries das EMC e das EMA, para cada sítio, contínuas. Portanto, passando a ter uma única série para as duas variáveis reconstruídas em cada uma das localidades, sendo assim: Serra do Pilar e Pedras Rubras (ambas para 1970-2018).

Para Portugal, Fino (2018, p. 33, 34), ao reconstruir as séries de dados mensais para Santarém e Ferreira do Zêzere a partir da estação de Almeirim, observou que, tanto para a T_{max} quanto para a T_{min} , os coeficientes de determinação (r^2) variaram entre 0,50 e 0,96, com melhores ajustes para a T_{max} , indo ao encontro do verificado aqui. Ribeiro *et al.* (2017), ao comparar dados de, entre outras variáveis, T_{max} e T_{min} das EMA com dados das EMC, em alguns municípios do Piauí (Brasil), encontraram menores dispersões na T_{max} quando comparados a T_{min} . Oliveira *et al.* (2010), assim

TABELA III - Resultados da RLS para a T_{min} entre as estações utilizadas no estudo.

TABLE III - RLS results for T_{min} between the stations used in the study.

Análise	Figura	n	a (intercepto)	b (slop)	r^2	r	p-valor	EPER
EMCSP x EMCPR	3a	9.849	0,40263	0,93972	0,91	0,95	<0,0001	1,3
EMCPR x EMAPR	3b	3.935	1,7171	0,86076	0,74	0,85	<0,0001	2,3
EMAPR x EMASP	3c	1.967	0,7798	0,90913	0,74	0,86	<0,0001	2,4
EMASP x EMAPR	3d	1.967	2,1705	0,81748	0,74	0,86	<0,0001	2,3

TABELA IV - Teste de normalidade - Shapiro-Wilk (W) - T_{max} e T_{min} .

TABLE IV - Normality test - Shapiro-Wilk (W) - T_{max} and T_{min} .

Variável	Estação	Período	n	p-valor	Variável	Período	n	p-valor
T_{max}	EMCSP	1970-2007	13.874	<0,0001	T_{min}	1970-2007	13.879	<0,0001
T_{max}	EMASP	1970-2007	13.874	<0,0001	T_{min}	1970-2007	13.879	<0,0001
T_{max}	EMCPR	1970-2007	13.874	<0,0001	T_{min}	1970-2007	13.879	<0,0001
T_{max}	EMAPR	1970-2007	13.874	<0,0001	T_{min}	1970-2007	13.879	<0,0001

TABELA V - Correlação de Spearman (r_s) entre as séries de dados - T_{max} e T_{min} .

TABLE V - Spearman correlation (r_s) between the data series - T_{max} and T_{min} .

T_{max}	n	r_s	p-valor	T_{min}	n	r_s	p-valor
EMCSP x EMASP	13.879	0,97	0,0001	EMCSP x EMASP	13.879	0,93	0,0001
EMCPR x EMAPR	13.874	0,99	0,0001	EMCPR x EMAPR	13.874	0,96	0,0001

como Ribeiro *et al.* (2017), para Jaboticabal (Brasil), verificaram que a $T_{máx}$ também exibiu melhor ajuste ($r^2 = 0,97$) na RLS quando comparada a T_{min} .

Supõe-se que as maiores dispersões observadas nas análises de RLS para a T_{min} , quando analisada no mesmo local, tenha relação com a diferença de sensores/equipamentos entre as estações clássicas e automáticas. Isto também ocorre na $T_{máx}$, sendo a análise entre EMCPR x EMAPR a maior dispersão verificada nesta variável (0,93) (TABELA II). Além disto, as maiores dispersões na T_{min} diante das análises envolvendo localidades distintas, quando comparadas a $T_{máx}$, podem ter resposta nos fatores geográficos. Por isso, pressupõe-se que a influência da oceanicidade, a diferença de altitude de poucos metros entre as estações, a cobertura do solo no entorno das estações e a pequena diferença latitudinal pode refletir nas diferenças ínfimas observadas diariamente.

Análise temporal das OdC e das OdF

Limiars para detecção

Os limiars P90 estabelecidos para a classificação de dia quente ($T_{máx}$) na estação meteorológica de Pedras Rubras são, ao longo de todo ano, menores do que os da Serra do Pilar (fig. 4). Todavia, a variabilidade dos mesmos, entre as duas estações, apresenta padrão similar.

Além disto, na transição entre o verão e o inverno os limiars reduzem de maneira menos gradativa do que na

ascensão do inverno para o verão, como explica Monteiro (1993). Isto evidencia como a atmosfera na área de estudo arrefece de forma mais abrupta e aquece de modo irregular e mais lentamente. Comparativamente, entre meados da primavera até meados do outono, é o momento em que os limiars para classificação dos dias quentes que, possivelmente possam compor uma OdC, são mais distintos entre as duas estações meteorológicas. Supõe-se que a pequena diferença latitudinal existente entre os dois locais justifique a estreita amplitude entre os limiars baseados na $T_{máx}$. Serra do Pilar, mais ao sul (fig. 1), demonstra patamares mais rigorosos do que Pedras Rubras. Da mesma forma, presume-se que o fator geográfico da oceanicidade tenha impacto sobre os patamares, uma vez que a exposição ao Atlântico Norte da estação meteorológica de Pedras Rubras é mais evidente, fazendo com que o rigor de classificação seja ligeiramente mais baixo e esteja ligado à menor amplitude das temperaturas (fig. 4 e 5).

Quanto aos limiars P10 obtidos da T_{min} para detecção de dias frios, que possivelmente integrem uma OdF, nota-se que a diferença entre os patamares também é maior no verão, porém, com menor diferença entre as duas estações meteorológicas e, além disto, com o período reduzido se comparado a $T_{máx}$. Outra constatação é a de que, por vezes, os limiars diários de Pedras Rubras são praticamente idênticos aos da Serra do Pilar ou até o ultrapassam (fig. 5). Da mesma forma que para os patamares diários de $T_{máx}$, os fatores geográficos locais supracitados justificam as pequenas diferenças existentes.

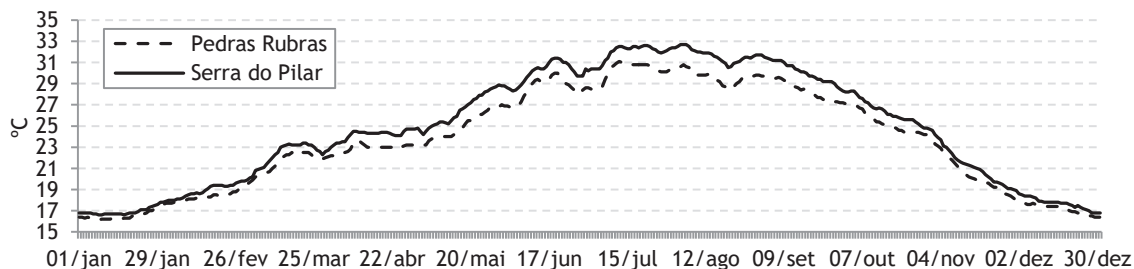


Fig. 4 - Limiars diários (366) para detecção de dia quente - $T_{máx}$ - 1970-2017.

Fig. 4 - Daily thresholds (366) for hot day detection - $T_{máx}$ - 1970-2017.

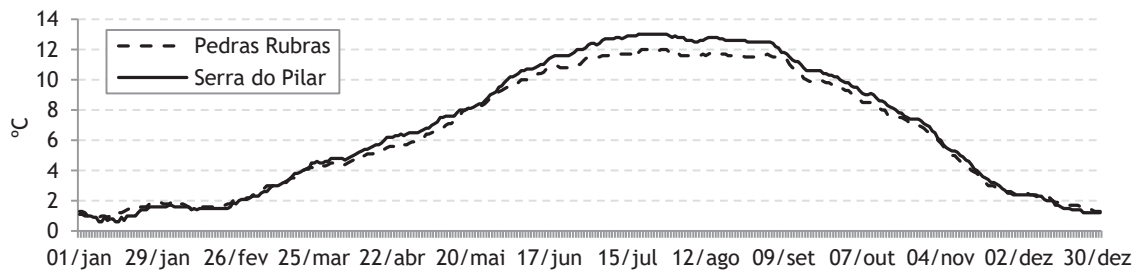


Fig. 5 - Limiars diários (366) para detecção de dia frio - T_{min} - 1970-2017.

Fig. 5 - Daily thresholds (366) for cold day detection - T_{min} - 1970-2017.

Frequência das OdC e OdF

58

Ao analisar o parâmetro frequência (*Freq*) mensal para as OdC, comparando as duas estações, observa-se um padrão consideravelmente similar entre ambas (fig. 6). A frequência média ao longo dos meses demonstra como as OdC não ocorrem somente no verão, sendo distribuídas sazonalmente. As médias, em geral, não ultrapassam 0,5 OdC por mês ao longo dos 48 anos. As médias de frequência são ligeiramente maiores nos meses de verão e nas estações de transição. Cunha e Leal (2013, p. 86) expõem que as OdC em Portugal estão se tornando mais comuns e frequentes nas estações do ano para além do verão. Ao encontro dos referidos autores e dos resultados obtidos aqui, Santo *et al.* (2014), ao examinarem as tendências de temperatura do ar para 23 estações meteorológicas em Portugal, incluindo a de Serra do Pilar, no período 1941-2006, demonstram que há uma forte tendência de aquecimento ligada ao calor na primavera e no verão. Andrade *et al.* (2014) efetuando projeções para os extremos de temperatura em Portugal, a partir da calibração de modelos com dados observados, indicam que o verão e o outono tendem a apresentar temperaturas e extremos mais elevados. Nota-se, ademais, que, excetuando-se o mês de novembro na estação Serra do Pilar, em que o extremo de frequência de OdC foi quatro, os outros meses demonstram equilíbrio, variando entre duas e três OdC/mês (fig. 6).

Na análise anual, embora estejam aparentemente aumentando, o incremento da frequência das OdC na estação de Pedras Rubras não é tão evidente quanto na estação Serra do Pilar. Ao longo dos 48 anos estudados é possível constatar como tais eventos sempre existiram, mas, é a partir de meados da década de 1980 que a frequência se amplifica, em particular na estação de Serra do Pilar (fig. 6). O ano com maior frequência de OdC para Pedras Rubras foi 1997, com nove eventos.

Já para Serra do Pilar foi 2017 com 13 casos. Montero *et al.* (2010) ao estudarem as OdC na Espanha, país de clima mediterrânico, observaram que nas décadas mais recentes o número destes eventos aumentou claramente, tanto em valores absolutos, quanto no percentual. Monteiro e Carvalho (2013) para a região norte de Portugal constataram que, a partir da primeira década do Séc. XXI, o incremento na frequência de OdC foi mais evidente, entretanto, um dos índices analisados (*Heat Index*) indicou o aumento a partir da década de 1980. Santo *et al.* (2014) ao dividirem o período de estudo em dois subgrupos (1945-1975 e 1976-2006), evidenciam que o período mais recente é aquele que apresentou forte tendência de aquecimento. Ademais, desde que se tem registos, 16 dos 17 anos mais quentes da história do planeta Terra foram anotados no século em decurso (UE, 2016; Ferreira, 2017). Estas pesquisas corroboram com os resultados encontrados aqui e expostos na fig. 6.

Na fig. 6, ainda podemos observar a frequência (*Freq*) média das OdF mensais e totais anuais. Em relação às médias mensais, as OdF ocorrem ao percurso de todos as estações, porém, com menor frequência no verão e, de maneira um pouco mais elevada, com similaridade nas demais estações do ano. Os valores são inferiores a 0,5 OdF/mês (fig. 6). O extremo superior de frequência para a OdF em Pedras Rubras pode ser observado em outubro, dezembro e junho, atingindo aproximadamente quatro OdF/mês. O fato de um mês de verão registrar quatro eventos, assim como, em meses climatologicamente mais frios, não caracteriza o resfriamento do período mais quente, somente que aconteceram episódios esporádicos em que a T_{min} ficou abaixo do limiar durante três dias consecutivos ou mais. Já para a Serra do Pilar, destaca-se o mês de outubro com aproximadamente quatro OdF, assim como em Pedras Rubras. Outubro é o mês precedente ao inverno, contendo características de arrefecimento tal qual a estação sequencial.

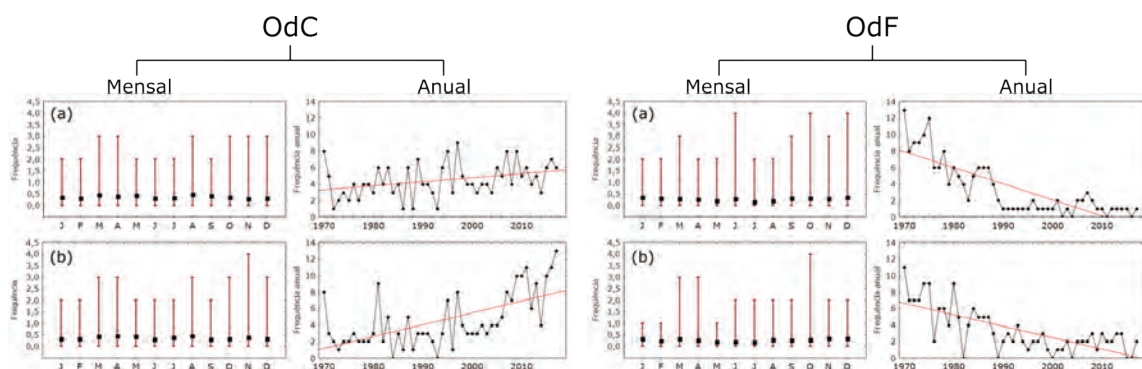


Fig. 6 - Frequência mensal e anual das OdC e das OdF para Pedras Rubras (a) e Serra do Pilar (b). A análise mensal mostra a frequência média das ondas (+) e o Min-Máx (I). A análise anual mostra a frequência total de eventos e a tendência linear (-) - 1970-2017.

Fig. 6 - Monthly and annual frequency of OdC and OdF for Pedras Rubras (a) and Serra do Pilar (b). The monthly analysis shows the average frequency of the waves (+) and the Min-Máx (I). The annual analysis shows the total frequency of events and the linear trend (-) - 1970-2017.

Anualmente, fica evidente que os eventos de OdF estão a diminuir, tornando-se cada vez mais raros em ambas as estações. Ao final dos anos 1980 e início dos anos de 1990 esta constatação é mais clara (fig. 6). Monteiro e Carvalho (2013) também destacam que, até a década de 1970, as OdF eram mais frequentes, até mesmo se comparadas as OdC. Após este período as OdF entraram numa diminuição substancial até o presente. Concordando com estes autores, Santo *et al.* (2014) falam que entre 1945 e 1975 em Portugal existiu uma tendência parcial que revela ser esse um momento ainda com característica de arrefecimento da atmosfera, ingressando posteriormente numa fase de aquecimento.

Duração das OdC e OdF

Para o parâmetro duração (*D*), em termos médios mensais, notam-se como as OdC nas duas estações meteorológicas são mais duradoras durante as estações de transição, com destaque para outubro na de Pedras Rubras e abril na da Serra do Pilar (fig. 7). Na estação de Pedras Rubras o extremo de duração mais elevado ocorreu em novembro de 1981, com 21 dias sob condição de OdC. O mês de dezembro para a estação de Serra do Pilar demonstra o extremo de duração mais elevado, ocorrendo no ano de 2015, com 20 dias classificados como OdC.

A duração anual para as OdC, segue o padrão observado na frequência para as duas estações. Ou seja, em Pedras Rubras o aumento da duração não é tão evidente ao longo dos anos, ao contrário da Serra do Pilar. O começo do Séc. XXI para Serra do Pilar marca nitidamente o incremento da duração das OdC. Ao encontro deste resultado, Kuglitsch *et al.* (2010) ao estudarem as OdC na porção oriental do Mediterrâneo desde 1960, notaram que a

duração, assim como outros parâmetros tem aumentado vultosamente nos períodos mais recentes. Monteiro e Carvalho (2013, p. 134) levantam a possibilidade de que nas últimas décadas a duração dos extremos de calor esteja aumentando.

Para as OdF, as médias mensais de duração (*D*), de maneira geral, também são mais duradouras durante as estações de transição, principalmente no mês de outubro nas duas estações meteorológicas (fig. 7). Também se observa uma média de duração um pouco mais elevada durante o mês de junho em Pedras Rubras e Serra do Pilar, considerado verão; porém, ainda com influência da estação precedente, pois do ponto de vista astronômico, o solstício de verão para o hemisfério norte só começa na segunda metade do mês. Diante dos extremos superiores, o mês de outubro também chama à atenção em ambas as estações, na de Pedras Rubras e na da Serra do Pilar o mês de outubro de 1974 foi o destaque, com 25 dias sob condição de OdF. O ano de 1972 teve junho como destaque dos extremos para ambas as estações, com 19 dias submetidos às OdF. O mês de dezembro (inverno) de 1970 para Pedras Rubras foi o extremo, com 16 dias. Ao passo que em Serra do Pilar também em 1970 foram 20 dias nesta condição.

Observa-se como todos os principais extremos estão na década de 1970, início do período investigado, concordando com os gráficos anuais (fig. 7), que demonstram claramente como a duração das OdF decrescem ao longo da série. Corroborando com os resultados obtidos aqui, Hoegh-Guldberg *et al.* (2018, p. 191) afirmam que, de modo geral, os extremos de frio tendem a ser menos duradouros no planeta. Outra constatação é a de que as duas estações apresentam padrão de duração anual das OdF praticamente idênticos.

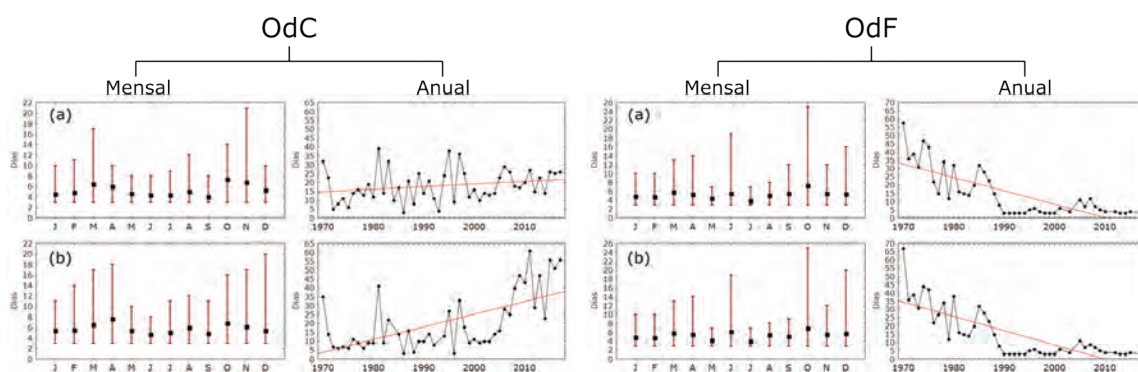


Fig. 7 - Duração mensal e anual das OdC e das OdF para Pedras Rubras (a) e Serra do Pilar (b). A análise mensal mostra a duração média das ondas (•) e o Min-Máx (I). A análise anual mostra a quantidade de dias pertencentes aos eventos e a tendência linear (-) - 1970-2017.

Fig. 7 - Monthly and annual duration of OdC and OdF for Pedras Rubras (a) and Serra do Pilar (b). The monthly analysis shows the average duration of the waves (•) and the Min-Máx (I). The annual analysis shows the number of days the events lasted and the linear trend (-) - 1970-2017.

Intensidade das OdC e OdF

60

A intensidade média das OdC em ambas as estações meteorológicas estudadas segue um padrão esperado para o clima local (Daveau, 1995; Monteiro *et al.*, 2018), ou seja, o verão é o trimestre que, sobretudo, exibe os maiores valores (fig. 8). Julho é o mês que, na média, resulta nas OdC mais intensas. Na estação de Pedras Rubras e na da Serra do Pilar a média é de, aproximadamente, 33°C e 35°C, respectivamente. As estações de transição também exibem valores médios intensos para as OdC, diminuindo nas proximidades do inverno. Este padrão segue, similarmente, o que Monteiro (1963) indica sobre tais períodos para o Brasil, isto é, a segunda metade da estação antecessora e a primeira metade da estação sucessora ao verão ou ao inverno denotam peculiaridades térmicas das estações ligadas aos solstícios. O maior extremo na estação de Pedras Rubras e na Serra do Pilar ocorreu no ano de 2013, com a intensidade média das ondas sendo 36,2°C e 37,9°C, nesta ordem. Monteiro e Carvalho (2013) observaram o mesmo, que as OdC são mais intensas de maio a setembro. Outra constatação é a de que os extremos na estação da Serra do Pilar expõem maior oscilação (fig. 8).

Meehl e Tebaldi (2004) para a Europa e América do Norte e Santo *et al.* (2014) para Portugal continental, argumentam que as OdC nestas áreas tendem a apresentar maior intensidade no decorrer dos anos. Na análise anual para as OdC, não há como observar um padrão claro de aumento da intensidade em Pedras Rubras, como citado por tais autores. Entretanto, na Serra do Pilar, há indícios de aumento com o passar dos anos, embora sem tanta clareza também (fig. 8). Hoegh-Guldberg *et al.* (2018) expõem que as OdC passarão por aumento da intensidade em grande parte do planeta, incluindo o Mediterrâneo, sendo esta região um hotspot neste quesito (Meehl, Tebaldi, 2004; Diffenbaugh, Giorgi, 2012).

Os eventos de OdF, da mesma forma que para as OdC, obedecem um padrão climatológico bem definido, ou seja, os meses de inverno apresentam as maiores intensidades, lembrando que para este caso, quanto mais baixa a temperatura mais intenso será o evento (fig. 8). O mês de janeiro para as duas estações é aquele com a menor média, Pedras Rubras exibe uma média de -0,35°C e Serra do Pilar -0,15°C. Isto demonstra como as OdF no Porto e concelhos vizinhos são rigorosas. Similarmente as OdC, as estações de transição expõem baixos valores médios de temperatura, deflagrando considerável intensidade (fig. 8).

O padrão anual de intensidade das OdF, quando comparado as OdC nas duas estações, se inverte (fig. 8). Percebe-se uma tendência de aumento da intensidade em Pedras Rubras, o que não é tão evidente na estação de Serra do Pilar. Todavia, deve se ressaltar que em Pedras Rubras, ao longo das últimas duas décadas, 60% das OdF (20) detectadas foram no inverno. Ou seja, isso demonstra que recentemente as OdF estão se concentrando mais nos períodos climatologicamente frios, por isso, a intensidade tende a ser mais rigorosa (menores temperaturas), contribuindo para que tendência seja negativa. Entretanto, Founda *et al.* (2004) para a Grécia e Monteiro e Carvalho (2013) para Portugal demonstram que a intensidade dos extremos de frio estão diminuindo, isto é, ficando menos frios. Possivelmente, a divergência se justifique pelo modo como a análise se procedeu, sem comparar os eventos sazonalmente na série.

Severidade média das OdC e OdF

Na primavera, em ambas as estações meteorológicas, maio é o mês com maior severidade média nas OdC, com 2,9°C para Pedras Rubras e 3,3°C para Serra do Pilar.

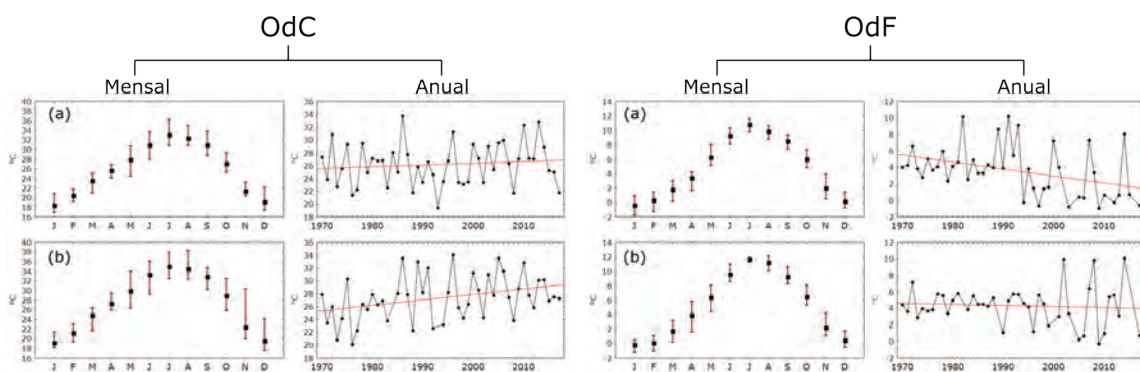


Fig. 8 - Intensidade mensal e anual das OdC e das OdF para Pedras Rubras (a) e Serra do Pilar (b). A análise mensal mostra a intensidade média das ondas (•) e o Min-Máx (I). A análise anual mostra a intensidade média dos eventos e a tendência linear (-) - 1970-2017.

Fig. 8 - Monthly and annual intensity of OdC and OdF for Pedras Rubras (a) and Serra do Pilar (b). The monthly analysis shows the average intensity of the waves (•) and the Min-Máx (I). The annual analysis shows the average intensity of events and the linear trend (-) - 1970-2017.

No verão, os meses de julho e agosto em Pedras Rubras obtiveram o mesmo valor de S_m (2,8°C), ao passo que na Serra do Pilar foi o mês de junho com 3,2°C na média, seguido por julho com 3,0°C. No outono o mês com maior severidade média em Pedras Rubras é setembro, com 2,6°C de S_m ; já na Serra do Pilar o mês é o mesmo, mas, com o valor ligeiramente mais elevado, sendo 2,9°C. Na estação climatologicamente mais fria, em Pedras Rubras os meses com maiores S_m são os de dezembro e fevereiro com 2,1°C; na estação de Serra do Pilar, mais ao sul, o mês de inverno mais severo na média é o de janeiro com 2,3°C. Estes resultados demonstram no comparativo entre as estações meteorológicas e nas estações do ano, uma a uma, que na Serra do Pilar as OdC são na média mais severas, além disto, as mesmas oscilam mais entre os extremos. É possível observar que o maior extremo em ambas as estações meteorológicas ocorreu no mês de julho, as duas com 7,2°C de S_m (fig. 9).

Ano a ano, a estação de Serra do Pilar exibe OdC, na média, mais severas. Nesta estação meteorológica o ano com a maior S_m foi o de 2003 com 4,3°C, que em agosto registrou uma onda de 4,8°C de S_m . Diversas pesquisas mostram como esta OdC de 2003 foi um evento sem precedentes (e.g. Marto, 2005; Montero, 2010; Botelho, Ganho, 2012; Cunha e Leal, 2013; Mateus, 2014) coincidindo com o observado aqui. Esta OdC de agosto também foi detectada na estação de Pedras Rubras, com 4,9°C de S_m , ou seja, um pouco acima de Serra do Pilar, todavia, as S_m das outras ondas em 2003 levaram a média anual (3,4°C) para baixo (fig. 9).

Na primavera, em ambas as estações meteorológicas, abril é o mês com maior severidade média (S_m) nas OdF, com 1,9°C para Pedras Rubras e também para Serra do Pilar. No inverno a S_m de ambas as estações meteorológicas é similar, contudo, na de Pedras Rubras é o mês de janeiro que exibe a maior S_m (1,7°C), enquanto

na da Serra do Pilar foi fevereiro (1,6°C). No outono, com exceção do mês de novembro na Serra do Pilar, todos os meses em ambas as estações exibiram a mesma S_m , que foi de 1,5°C. Diante do verão, em Pedras Rubras a maior S_m ocorreu em agosto, com 1,7°C, ao passo que na Serra do Pilar foi em junho, com 1,5°C de S_m . Embora sejam semelhantes, a S_m entre as estações do ano comparadas entre as duas estações meteorológicas é ligeiramente superior em Pedras Rubras, ou seja, as OdF são um pouco mais severas, na média, nesta localidade. Outra constatação é a de que os extremos na de Pedras Rubras parecem oscilar mais ao longo do ano (fig. 9).

Anualmente, as OdF na estação Serra do Pilar estão ficando, na média, menos severas com o passar dos anos, quando comparada a Pedras Rubras. Na Serra do Pilar os anos de 1978, 1983 e 1995 demonstram uma S_m praticamente idênticas, sendo 2,1°C em 1978 e 2,0°C nos demais. A OdF marcante de fevereiro de 1983 em Portugal, referenciada em outras pesquisas (e.g. Cunha, Leal, 2013; Mateus, 2014) também foi detectada aqui, nota-se como em Pedras Rubras o ano de 1983 é aquele com a maior S_m , com 2,3°C (fig. 9). Na Serra do Pilar tal ano não aparece como o de maior S_m , pois outras OdF foram detectadas em meses distintos, fazendo com que a média anual ficasse menor do que em 1978, entretanto, analisando onda a onda, os eventos de fevereiro e maio de 1983, na Serra do Pilar, marcaram uma S_m de ~2,7°C, valor maior do que o verificado em Pedras Rubras (fig. 9).

Tendências dos parâmetros analisados

À frente das tendências lineares calculadas estatisticamente por meio do teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), ao nível de significância de $\alpha = 5\%$, para Pedras Rubras observa-se que, anualmente, as OdC estão ficando mais frequentes e mais duradouras.

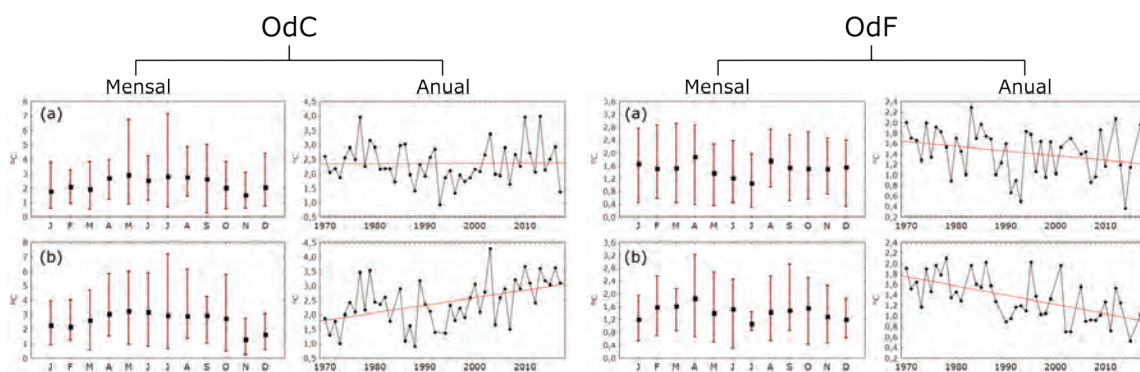


Fig. 9 - Severidade mensal e anual das OdC e das OdF para Pedras Rubras (a) e Serra do Pilar (b). A análise mensal mostra a severidade média das ondas (•) e o Mín-Máx (I). A análise anual mostra a severidade média dos eventos e a tendência linear (—) - 1970-2017. Obs.: os gráficos da análise da OdF estão em módulo.

Fig. 9 - Monthly and annual severity of OdC and OdF for Pedras Rubras (a) and Serra do Pilar (b). The monthly analysis shows the average wave severity (•) and the Min-Max (I). The annual analysis shows the mean severity of events and the linear trend (—) - 1970-2017.

Note: the OdF analysis graphs are in module.

Porém, para a intensidade e para a severidade média não é possível tecer esta afirmação. Todavia, para as OdF há como assegurar que as mesmas estão com tendência de diminuição de frequência, de duração e de intensidade. A discussão sobre a tendência negativa das OdF foi melhor detalhada no item Intensidade das OdC e OdF. Já o parâmetro S_m para OdF em Pedras Rubras não tem tendência significativa, o que impossibilita afirmar que os eventos estão mais ou menos severos na média (TABELA VI).

Para Serra do Pilar, todos os parâmetros das OdC apresentam tendência positiva, indicando eventos mais frequentes, duradouros, intensos e severos. Com relação às OdF o único parâmetro que não mostra tendência significativa é a intensidade, isto é, as OdF na Serra do Pilar tendem a ser menos frequentes, duradouras e severas (TABELA VI).

Estes resultados estão de acordo com as projeções climáticas do IPCC, apresentadas no documento feito por Hoegh-Guldberg (2018). Além deste, Monteiro e Carvalho (2013) verificaram resultados semelhantes ao estudar os dados da Serra do Pilar entre 1901 e 2007. As tendências encontradas aqui coincidem, de forma geral, com estes estudos supracitados e também com outros que afirmam que o Mediterrâneo, incluindo obviamente Portugal, são áreas propensas à maior evidência dos extremos de calor, sem deixar de passar por episódios de frio de forma mais esporádica, com possibilidade de alta intensidade (Meehl, Tebaldi, 2004; Diffenbaugh, Giorgi, 2012; Cunha, Leal, 2013).

Casos notáveis

Dentro das 214 OdC e das 162 OdF encontradas na estação meteorológica de Pedras Rubras e das 218 OdC e das 161 OdF detetadas na Serra do Pilar, entre 1970 e 2017, alguns eventos são mais notáveis e por isso optou-se por apresentá-los em forma de ranking. Ademais, os resultados expostos anteriormente foram baseados em dados médios mensais e/ou anuais, por este motivo, detalhes de alguns eventos específicos não foram exibidos.

Com base nas três OdC mais duradouras, verifica-se que os eventos em Pedras Rubras possuem menor duração do que na Serra do Pilar. E depois, na Serra do Pilar, tais eventos aconteceram em anos mais próximos do presente (TABELA VII). No que diz respeito à intensidade média e à severidade média das OdC, nota-se que, de maneira geral, os eventos para esses dois parâmetros ocorreram nos anos mais recentes (2013 e 2016) em ambas as estações meteorológicas. Vale ressaltar a intensidade das OdC nas duas estações, em que, por exemplo, no episódio mais intenso na Serra do Pilar a $T_{máx}$ média foi de 41,6°C e na estação Pedras Rubras de 37,1°C (TABELA VII).

Lourenço e Bernardino (2013, p. 129) concluem que, dentre outros fatores, as OdC contribuem para situações muito favoráveis à ignição e a propagação de incêndios

florestais em Portugal continental. A maior frequência e intensidade destes eventos nos anos mais recentes pode ter relação com o apontado por estes autores, que expõem que a década de 2001 a 2010 foi aquela com mais hectares de florestas queimados desde 1971, mas também pela intensificação dos processos de urbanização. Ademais, Monteiro *et al.* (2012), por exemplo, revelam que as OdC também impactam na sobremortalidade e na sobremorbidade dos seres humanos.

É possível notar no ranking para a duração das OdF existiu grande coincidência nos eventos detetados. Os episódios mais duradouros ocorreram, praticamente, nas mesmas datas. As três ondas mais intensas em cada uma das duas estações meteorológicas registraram temperaturas negativas, evidenciando o rigor do frio para o norte de Portugal e para a área estudada de forma mais específica. Nota-se que em Pedras Rubras, estação mais setentrional, as intensidades foram um pouco mais extremas. Já a severidade média nas duas estações são mais similares do que a intensidade, com valores oscilando entre 2,9°C e 3,5°C abaixo dos limiares estabelecidos (TABELA VIII).

Conclusões

A reconstrução das séries históricas e as estimativas para a $T_{máx}$ e a $T_{mín}$ utilizando as EMC e as EMA de Pedras Rubras e da Serra do Pilar, por meio da análise de RLS e das correlações, mostrou-se adequada ao objetivo proposto, tornando possível a obtenção de duas séries únicas e contínuas; além de proporcionar o estudo das OdC e as OdF entre 1970 e 2017. Todavia, nenhum método estatístico é tão eficiente quanto os dados reais observados e/ou registrados, por isso a importância de se ter o funcionamento ininterrupto das estações meteorológicas.

Embora existam diferenças nos parâmetros investigados e até mesmo nas tendências entre as duas estações meteorológicas analisadas, os resultados demonstram, de maneira geral, similaridade. Altas correlações encontradas apontam para homogeneidade dos sítios geográficos e para as condições climáticas em que as estações estão situadas. Para o Porto e para os concelhos vizinhos, observa-se que a porção mais setentrional da área de estudo, representada pela estação de Pedras Rubras, tende a apresentar maior intensidade nas condições de frio do que na porção austral, representada pela estação de Serra do Pilar.

Conclui-se que as OdC e as OdF detetadas aqui seguem a tônica daquilo que diversas investigações, organizações e instituições apontam, no que diz respeito aos extremos de temperatura, para o Mediterrâneo, ou seja, que os eventos de OdC tendem a ser mais evidentes do que os de OdF.

Estudos de extremos de temperatura, do ponto de vista da climatologia geográfica são essenciais em vários

TABELA VI - Resultados da análise de tendência anual - teste de Mann-Kendall - OdC e OdF.

TABLE VI - Results of the annual trend analysis - Mann-Kendall test - OdC and OdF.

Estação	Parâmetro	tau de Kendall		p-valor		Tendência	
		OdC	OdF	OdC	OdF	OdC	OdF
Pedras Rubras	Frequência	0,264	-0,658	0,013	<0,0001	positiva	negativa
	Duração	0,226	-0,580	0,025	<0,0001	positiva	negativa
	Intensidade	0,066	-0,285	0,510	0,006	ST	negativa
	Sev. méd.	-0,028	-0,197	0,784	0,061	ST	ST
Serra do Pilar	Frequência	0,497	-0,510	<0,0001	<0,0001	positiva	negativa
	Duração	0,479	-0,585	<0,0001	<0,0001	positiva	negativa
	Intensidade	0,231	-0,055	0,024	0,620	positiva	ST
	Sev. méd.	0,353	-0,409	0,0004	0,00014	positiva	negativa

TABELA VII - Ranking das OdC mais notáveis dentro dos parâmetros analisados (D, Int, Sm).

TABLE VII - Ranking of the most notable OdC within the analysed parameters (D, Int, Sm).

Estação	Ranking	Duração		Intensidade média		Severidade média	
		N.º de dias	Data de início	°C	Data de início	°C	Data de início
Pedras Rubras	1º	11	18/11/1981	37,1	06/08/2016	7,2	04/07/2013
	2º	11	07/02/1998	36,2	04/07/2013	7,0	06/08/2016
	3º	9	27/11/1979	35,5	26/07/1989	6,8	11/05/1979
Serra do Pilar	1º	13	19/10/2014	41,6	06/08/2016	9,3	06/08/2016
	2º	13	30/11/2016	37,9	03/07/2013	7,2	03/07/2013
	3º	11	27/09/2011	37,2	24/07/2010	6,6	05/04/2011

TABELA VIII - Ranking das OdF mais notáveis dentro dos parâmetros analisados (D, Int, Sm).

TABLE VIII - Ranking of the most notable OdF within the analysed parameters (D, Int, Sm).

Estação	Ranking	Duração		Intensidade média		Severidade média	
		N.º de dias	Data de início	°C	Data de início	°C	Data de início
Pedras Rubras	1º	12	30/10/1974	-2,0	26/12/1970	3,5	23/10/1974
	2º	12	27/11/1980	-1,7	07/01/1985	3,4	26/12/1970
	3º	10	08/02/1983	-1,5	25/01/1976	3,4	04/08/1986
Serra do Pilar	1º	13	30/10/1974	-1,2	14/01/1987	3,5	28/09/1974
	2º	10	27/11/1980	-1,1	26/12/1970	3,2	05/04/1975
	3º	10	10/02/1983	-1,1	15/01/1976	2,9	28/06/1972

setores da sociedade, entre eles: agricultura, pecuária, saúde, turismo e até mesmo para os incêndios florestais, principal desastre para Portugal continental. Assim, sugere-se que análises deste cunho sejam expandidas sob a ótica da dinâmica atmosférica e também na integração com dados dos setores supracitados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) pelo fornecimento dos dados meteorológicos, ao Departamento de Geografia e ao Instituto Geofísico da Universidade do Porto (IGUP)

pela estrutura proporcionada para a realização da pesquisa. Ademais, o 1º e o 2º autor são gratos pela possibilidade de realização de intercâmbio de doutorado junto à Prof.^a Dr.^a Ana Monteiro na U.Porto, sem o qual o presente manuscrito não seria desenvolvido. O 2º autor agradece ainda à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por sua bolsa de doutorado (Processo n.º: 88882.438089/2019-01). Um agradecimento especial é feito ao *Acordo de Cooperação* existente entre a UFSC (Brasil) e a U.Porto (Portugal), concretizando o intercâmbio dos pesquisadores através do PPGG/UFSC e da FLUP.

Referências bibliográficas

- Alves, M. P. A., Silveira, R. B., Bitencourt, D. P., Franke, A. E. (2017a). Onda de frio? Análise de diferentes métodos de identificação. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 21, p. 295-312.
- Alves, M. P. A., Silveira, R. B., Minuzzi, R. B., Franke, A. E. (2017b). The influence of the Antarctic Oscillation (AAO) on cold waves and occurrence of frosts in the State of Santa Catarina, Brazil. *Climate*, 5, 17, 13 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli5010017>
- Andrade, C., Fraga, H., Santos, J. A. (2014). Climate change multi-model projections for temperature extremes in Portugal. *Atmospheric Science Letters*, v. 15, n. 2, 149-156.
- Andriotti, J. L. S. (2003). *Fundamentos de Estatística e Geoestatística*. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, 165 p.
- Baba, R. K., Vaz, M. S. M. G., Costa, J. (2014). Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. 4, 515-526.
- Basarin, B., Lukić, T., Matzarakis, A. (2016). Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia. *International Journal of Biometeorology*, 60, 139-150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1012-z>
- Bauer, L. (2007). *Estimação do coeficiente de correlação de Spearman ponderado* (Dissertação de Mestrado em Epidemiologia). Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 95 p.
- Bier, A. A., Ferraz, S. E. T. (2017). Comparação de metodologias de preenchimento de falhas em dados meteorológicos para estações no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 2, 215-226.
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Franke, A. E., Silveira, R. B., Alves, M. P. A. (2019). The climatology of cold and heat waves in Brazil from 1961 to 2016. *International Journal of Climatology*. 40(4), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.6345>
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Maia, P. A., Amorim, F. T. (2016). Frequência, duração, abrangência espacial e intensidade das ondas de calor no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 4, 506-517.
- Botelho, F., Ganho, N. (2012). Episódios de frio extremo em Portugal Continental: análise comparativa de episódios de frio seco e de frio com neve e cotas baixas. *Revista Geonorte*, ed. especial, Manaus, v. 2, n. 4, 857-869.
- Capozzi, V., Budillon, G. (2017). Detection of heat and cold waves in Montevergine time series (1884-2015). *Advances in Geosciences*, 44, p. 35-51. DOI: <https://doi.org/10.5194/adgeo-44-35-2017>
- Ceccherini, G., Russo, S., Amezttoy, I., Romero, C. P., Carmona-Moreno, C. (2016). Magnitude and frequency of heat and cold waves in recent decades: the case of South America. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 16, 821-831. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-16-821-2016>
- Cunha, L. (2012). Riscos climáticos no centro de Portugal: uma leitura geográfica. *Revista Geonorte*, Ed. Esp., v. 4, n. 4, 105-115.
- Cunha, L., Leal, C. (2013). Ondas de calor e ondas de frio no município de Torres Novas. *Cadernos de Geografia Coimbra*, FLUC, n. 32, 1-93.
- Daveau, S. (1995). *Portugal Geográfico*. Edições João Sá da Costa, Lisboa, 223 p.
- Díaz, J., García-Herrera, R., Trigo, R. M., Linares, C., Valente, M.A., De Miguel, J. M., Hernández, E. (2006). The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, n. 3, 159-166.
- Diffenbaugh, N. S., Giorgi, F. (2012). Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic Change*, v. 114, n. 3-4, 813-822.
- Eischeid, J. K., Bruce Baker, C., Karl, T. R., Diaz, H. F. (1995). The quality control of long-term climatological data using objective data analysis. *Journal of Applied Meteorology*, v. 34, n. 12, 2787-2795.
- Ely, D. F., Dubreuil, V. (2017). Análise das tendências espaço-temporais das precipitações anuais para o estado do Paraná - Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 21, 553-569.
- Ferreira, P. M. (2017). *Alterações climáticas e desenvolvimento*. Fundação Fé e Cooperação (FEC) - Instituto Marquês de Valle Flôr, Lisboa, 154 p. Disponível em: <https://www.imvf.org/wp-content/uploads/estudoAlteracoesClimaticas.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- Fino, A. R. F. (2018). *Avaliação de alguns elementos climáticos na região do Ribatejo*. Instituto Politécnico de Santarém (Dissertação de Mestrado em Agricultura Sustentável), Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, 77 p. Disponível em: <https://repositorio.ipsantarem.pt/bitstream/10400.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2019.
- Firpo, M. Â. F., Sansigolo, C.A., De Assis, S.V. (2012). Climatologia e variabilidade sazonal do número de ondas de calor e de frio no Rio Grande do Sul associadas ao ENOS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 27, n. 1, p. 95-106.
- Founda, D., Papadopolous, K. H., Petrakis, M., Giannakopolous, C., Good, P. (2004). Analysis of mean, maximum, minimum temperature in Athens from 1897 to 2001 with emphasis on the last decade:

- trends, warm events, and cold events. *Global and Planetary Change*, v. 44, n. 1-4, 27-38.
- Frich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P. M., Gleason, B., Haylock, M., Tank, A.K., Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, v. 19, n. 3, 193-212.
- Geirinhas, J. L., Trigo, R. M., Libonati, R., Castro, L. C. O., Peres, L. F. (2018). Caracterização climática de ondas de calor no Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 41(3), 333-350.
- Geirinhas, J. L., Trigo, R. M., Libonati, R., Coelho, C. A., Palmeira, A.C. (2017). Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. *International Journal of Climatology*, 38(4), 1760-1776.
- Guerreiro, V. I. V. (2011). *Mortalidade e conforto bioclimático em Coimbra: estudo da vulnerabilidade das populações ao frio*. (Dissertação de Mestrado em Geografia Humana). Universidade de Coimbra, Coimbra, 170 p.
- Hamed, K. H., Rao, A. R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 182-196.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 p.
- Hirsch, R. M., Slack, J. R., Smith, R. A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, v. 18, n. 1, 107-121.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K.L., Engelbrecht, F., Guiot, J., Hijioka, Y., Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S.I., Thomas, A., Warren, R., Zhou, G. (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 06 jun. 2019.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2011). Censos: Censo 2011. Disponível em: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS. Acesso em: 03 jun. 2019.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2018). Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- IPMA - INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA (S/D). *Clima: Normais Climatológicas*. Disponível em: www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/. Acesso em: 06 jun. 2019.
- Kazmier, L. J. (1982). *Estatística aplicada à economia e administração*. McGraw-Hill, 376 p.
- Keevallik, S., Vint, K. (2015). Temperature extremes and detection of heat and cold waves at three sites in Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, v. 64, n. 4, 473-479.
- Kemp, W. P., Burnell, D. G., Everson, D. O., Thomson, A. J. (1983). Estimating missing daily maximum and minimum temperatures. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 22(9), 1587-1593.
- Kendall, M. G. (1975). *Rank correlation measures*. Charles Griffin: London, U. K., 220 p.
- Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Zerefos, C. S., Türkeş, M., Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, v. 37, n. 4, 5 p.
- Lourenço, L., Bernardino, S. (2013). Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). *Cadernos de Geografia*, n. 32, 105-132.
- Mann, H. B. (1945). Econometrica. *The econometric society*, v.13, n.3, 245-259.
- Marto, N. (2005). Ondas de calor: impacto sobre a saúde. *Acta Medica Portuguesa*, v. 18, 467-474.
- Mateus, C. (2014). *Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra: impactes na mortalidade da população (Dissertação de Mestrado em Geografia Física)*. Universidade de Coimbra, 112 p.
- Meehl, G. A., Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st Century. *Science*, 305, 994-997.
- Mello, Y. R., Kohls, W., Oliveira, T.M.N. (2017). Uso de diferentes métodos para o preenchimento de falhas em estações pluviométricas. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 35, n. 1, 112-121.

- Monteiro, A. (1993). *O clima urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território (Tese de Doutoramento em Geografia Física)*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 436 p.
- Monteiro, A., Carvalho, V. (2013). Uma abordagem metodológica para avaliação de eventos climáticos extremos. In: Amorim, M. C. T. de., Sant'Anna Neto, J. L., Monteiro, A. (org). *Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso*. 1ª edição. São Paulo: Outras expressões - Geografia em Movimento, 117-142.
- Monteiro, A., Fonseca, L., Almeida, M., Sousa, C., Velho, S., Carvalho, V. (2012). *Atlas da saúde e da doença - vulnerabilidades climáticas e socioeconómicas na Grande Área Metropolitana do Porto e Concelho do Porto*. Volume I, 167 p. Disponível em: https://www.academia.edu/10479376/ATLAS_DA_SA%C3%9ADEe_CLIMA_VOL1_e-book. Acesso em: 07 jun. 2018.
- Monteiro, A., Madureira, H., Fonseca, L., Gonçalves, P. (2018). *O(s) clima(s) de Gaia*. FLUP, Porto, 59 p.
- Monteiro, C. A. F. (1963). *O clima da Região Sul, Geografia do Brasil, Grande Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 114-166. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/publicacoes.php>. Acesso em: 07 jun. 2019.
- Montero, J. C., Mirón, I. J., Criado, J. J., Linares, C., Díaz, J. (2010). Comparison between two methods of defining heat waves: a retrospective study in Castile - La Mancha (Spain). *Science of the Total Environment*, v. 408, n. 7, 1544-1550.
- Oliveira, A. D., Almeida, B. M., Cavalcante Jr., E. G., Sobrinho, J. E., Vieira, R. Y. M. (2010). Comparação de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática em Jaboticabal-SP. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 4, 108-114.
- Pereira, S. C., Marta-Almeida, M., Carvalho, A. C., Rocha, A. (2017). Heat wave and cold spell changes in Iberia for a future climate scenario. *International Journal of Climatology*, 37(15), 5192-5205. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5158>
- Ribeiro, A. A., Andrade Jr., A. S., Silva, E. M., Simeão, M., Bastos, E. A. (2017). Comparação entre dados meteorológicos obtidos por estações convencionais e automáticas no estado do Piauí, Brasil. *IRRIGA*, v. 22, n. 2, 220-235.
- Rogerson, P. A. (2012). *Métodos estatísticos para geografia: um guia para o estudante*. Porto Alegre, 3ª ed.: Bookman, 348 p.
- Salviano, M. F., Groppo, J. D., Pellegrino, G. Q. (2016). Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 1, 64-73.
- Santo, F. E., Lima, M. I. P., Ramos, A. M., Trigo, R. M. (2014). Trends in seasonal surface air temperature in mainland Portugal, since 1941. *International Journal of Climatology*, v. 34, n. 6, 1814-1837.
- Silveira, R. B., Mendonça, M., Franke, A. E., Bitencourt, D. P. (2018). Impactos das ondas de frio sobre a saúde pública no município de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, 249-266.
- Spinoni, J., Lakatos, M., Szentimrey, T., Bihari, Z., Szalai, S., Vogt, J., Antofie, T. (2015). Heat and cold waves trends in the Carpathian Region from 1961 to 2010. *International Journal of Climatology*, 35, 4197-4209.
- Tardivo, G., Berti, A. (2013). A dynamic method for gap filling in daily temperature datasets. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51(6), 1079-1086.
- Theoharatos, G., Pantavou, K., Mavrakakis, A., Spanou, A., Katavoutas, G., Efstathiou, Mpekis, P., Asimakopoulos, D. (2010). Heat waves observed in 2007 in Athens, Greece: synoptic conditions, bioclimatological assessment, air quality levels and health effects. *Environmental Research*, v. 110, n. 2, 152-161.
- UE - UNIÃO EUROPEIA (2016). *Sustainable development in the European Union: A statistical glance from the viewpoint of the UN Sustainable Development Goals*. Eurostat, Bruxelas, 168 p. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7745644/KS-02-16-996-EN-N.pdf/ae6b7f9-d06c-4c83-b16f-c72b0779ad03>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- Unkašević, M., Tošić, I. (2015). Seasonal analysis of cold and heat waves in Serbia during the period 1949-2012. *Theoretical and Applied Climatology*, 120, 29-40.
- Uyanik, G. K., Güler, N. (2013). A study on multiple linear regression analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 106, 234-240.
- Von Storch, H. (1999). Misuses of statistical analysis in climate research. In: *Analysis of Climate Variability*. Springer, Berlin, Heidelberg, 11-26.
- WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2015). *Guidelines on the definition and monitoring of extreme weather and climate events: draft version - first review* by TT-DEWCE. 62 p. Disponível em: <https://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace2/documents/DraftversionoftheGuidelinesontheDefinitionandMonitoringofExtremeWeatherandClimateEvents.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.
- Yaguchi, S. M., Massignam, A. M., Ricce, W. S., Pandolfo, C. (2016). Preenchimento de falhas dos dados diários de temperatura máxima e mínima do ar. *Ciência e Natura*, v. 38, n. 3, 1419-1425.
- Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259, 254-271.

ZONEAMENTO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS,
DISTRITO FEDERAL (BRASIL)*

FOREST FIRE HARZARD ZONE IN THE AGUAS EMENDADAS ECOLOGICAL STATION,
FEDERAL DISTRICT (BRAZIL)

Ana Paula Silva Camelo

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Brasil)
ORCID 0000-0002-1189-2070 paulaforestal@gmail.com

Keila Sanches

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Brasil)
ORCID 0000-0002-8264-2896 keila.sanches@ifb.edu.br

Bruno Nakagomi

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Brasil)
ORCID 0000-0002-7155-0646 bruno.nakagomi@gmail.com

RESUMO

O aumento no número de ocorrências de incêndios florestais no bioma Cerrado é considerado uma ameaça à sua conservação. Dessa forma, as áreas protegidas por meio das Unidades de Conservação (UC) são fundamentais para a proteção dos biomas brasileiros. No entanto, mesmo essas áreas são acometidas por incêndios que comprometem suas integridades. Neste sentido, este estudo teve como objetivo elaborar o zoneamento do risco de incêndio florestal da UC Estação Ecológica Águas Emendadas por meio do método multicritério aditivo, validá-lo com as cicatrizes dos incêndios ocorridos entre os anos de 2011 a 2015 e avaliar a espacialidade do risco a incêndios florestais. Foi observado que nenhuma área da UC estudada foi classificada como zona de risco Extremo, no entanto mais de 60% da UC foi classificada em zonas de Alto ou Muito Alto risco a incêndios. A validação mostrou que 80% dos incêndios ocorreram sobre áreas com risco mediano a incêndios florestais como formações savânicas ou campestres. Foi obtido um Índice Global de Moran para o risco de incêndios florestais no valor de 0.83 indicando uma elevada autorrelação espacial, além disso, o Índice Local de Moran identificou como regiões mais críticas as áreas de interface de vegetação nativa e áreas urbanas.

Palavras-chave: Incêndios florestais, Cerrado brasileiro, risco ambiental.

ABSTRACT

The increased occurrence of forest fires is a threat to the conservation of the Cerrado biome. Thus, protected areas such as Conservation Units (UC) are fundamental for its preservation. However, even these areas are affected by fires that compromise their integrity. This study aimed to draw up a fire risk zoning scheme for the Águas Emendadas Ecological Station conservation unit, validate it with the scars of fires that occurred between 2011 and 2015 and evaluate the existence of spatial risk to wildfires. No part of the UC was classified as an Extreme risk zone, however over 60% of the UC was classified as areas of High or Very High fire risk. The validation showed that 80% of fires occurred in medium risk zones such as savannah or grassland. Moran's Global Index gave a forest fire risk value of 0.83, indicating a high spatial autocorrelation and the Moran Local Index identified the wildland-urban interface areas as the most critical regions.

Keywords: Forest fire, Brazilian Cerrado, environmental risk.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 23-07-2019, sujeito a revisão por pares a 31-10-2019 e aceite para publicação em 31-01-2020.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O Cerrado brasileiro é o segundo maior bioma do Brasil ocupando 200 milhões de hectares, equivalentes a 24% do território brasileiro (Klink e Machado, 2005; Sano *et al.*, 2010). Esse bioma é a savana mais biodiversa do mundo, considerada um hotspot global de biodiversidade para conservação (Klink e Machado, 2005; Myers *et al.*, 2000) e nas últimas décadas tem sido constantemente ameaçada pelo uso indiscriminado do fogo (Durigan e Ratter, 2016). Entre 2002 e 2010, a área queimada no Cerrado representou aproximadamente 73% (545.000 km²) do total de área queimada no Brasil (Moreira de Araújo *et al.*, 2012), não obstante a área queimada representa 26,65 % da área de todo do bioma Cerrado.

Nesse sentido, as Unidades de Conservação (UC) descritas e estabelecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000), assumem um papel fundamental na conservação deste bioma, formando ilhas de proteção territorial e dos seus recursos ambientais. No entanto, as UCs também têm sido frequentemente acometidas por incêndios, causados principalmente pelo uso indiscriminado do fogo, como ferramenta de manejo agropecuário (Medeiros, 2002). De forma geral, os danos causados pelos incêndios florestais nas UCs, ocasionam prejuízos ambientais, sociais e econômicos (Aximoff e Rodrigues, 2011). Para Torres *et al.* (2017a) os incêndios florestais estão entre as principais ameaças à biodiversidade, mesmo em áreas protegidas. Conforme afirmam Ramos *et al.* (2016) a efetividade das unidades de conservação (UCs) na proteção dos territórios contra incêndios florestais se relaciona com a capacidade destas em impedir a ocorrência de queimadas, com causas antrópicas, em seu interior.

É importante destacar que a ocorrência do fogo é um componente comum no bioma, fazendo parte de sua evolução (Lacey *et al.*, 1982; Neves *et al.*, 2018). Ou seja, a formação atual do Cerrado é decorrente, entre outros fatores, de um longo convívio com o fogo em diferentes regimes de queima (Ribeiro *et al.*, 2012; Zacharias, 2013). Além disso, o fogo no Cerrado é responsável pelo desbaste natural de gramíneas e a quebra de dormência de sementes (Lemes *et al.*, 2014).

Também merece destaque que em 1993 foi criada a primeira Reserva da Biosfera do Cerrado localizada no Distrito Federal com o intuito de preservar a biodiversidade local. A Reserva é composta por áreas nucleares que preservam aproximadamente 48.000 ha de diversas fitofonias do Cerrado. As áreas do Parque Nacional de Brasília (PNB), a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE-DF), Jardim Botânico, Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília fazem parte da zona nuclear da Reserva

da Biosfera do Cerrado. A Estação Ecológica de Águas Emendadas foi inicialmente criada com área de 4.500 ha, sendo denominada Reserva Biológica e em 1998 foi recategorizada como sendo uma Estação Ecológica pelo Decreto n° 11.137 e teve sua área ampliada para os atuais 10.500 ha (Machado *et al.*, 1998)

Indubitavelmente, sabe-se que as técnicas de geoprocessamento junto com a análise espacial são importantes ferramentas para auxiliar o manejo das UCs, pois permitem identificar e monitorar as áreas que apresentam risco elevado de ocorrência de incêndios e queimadas, além de permitir o estabelecimento de diretrizes para o melhor manejo do fogo dentro dessas áreas (Lopes *et al.*, 2018). Dentre essas técnicas está a elaboração de mapas de zoneamento de risco de incêndios.

O zoneamento de risco de incêndio florestal é utilizado para facilitar a compreensão e prevenção dos incêndios florestais. Cabe ressaltar que ele apresenta baixo custo e uma boa eficiência visto que com ele é possível identificar os locais onde haverá maior probabilidade de ocorrer focos de calor, auxiliando na execução do plano de prevenção e de combate (Ribeiro *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2014). Além disso, conforme observam Torres *et al.* (2016), o zoneamento possibilita priorizar as regiões de maior risco e estruturar os serviços de combate a incêndios dentro de limites economicamente viáveis.

Atualmente existem diversas técnicas de geoprocessamento que permitem a elaboração do zoneamento de risco a incêndios florestais envolvendo métodos probabilísticos e métodos determinísticos como os métodos multicritérios (Jaafari *et al.*, 2019; Preisler *et al.*, 2004). Os métodos multicritérios possuem fácil aplicabilidade e levam em consideração principalmente os aspectos físicos diretos de ignição dos incêndios florestais (Aguar *et al.*, 2015).

A partir do contexto explicitado, o objetivo deste estudo é realizar um mapa de risco de incêndio florestal para a Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE-DF), validando esse mapa com as cicatrizes de incêndios ocorridos entre 2011 e 2015 e verificando a existência de agrupamentos de zonas de risco à incêndios florestais.

Materiais e métodos

Localização da área de estudo

A Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE-DF) pertence ao grupo de proteção integral segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000). A UC está localizada em Planaltina, uma região administrativa do Distrito Federal (Brasil), com coordenadas 15°33'40"S e 47°36'00"W e que dista aproximadamente 50 km do centro de Brasília. A UC

abriga remanescentes importantes das fitofisionomias presentes no Cerrado, entre elas as formações campestres (Campos Limpo e Cerrado), cerrado *sensu stricto*, Matas de Galeria e Veredas (Ribeiro e Marinho-Filho, 2005). O clima segundo a classificação Köppen é do tipo tropical (Aw) e tropical de altitude (Cwa, Cwb), com inverno frio e seco (março a setembro) e verão quente e úmido (outubro a fevereiro). A altitude varia de 1000 a 1200 metros e a precipitação média anual varia de 1.200 a 1.750 mm (Costa *et al.*, 2015).

No presente estudo será considerada, além da área da UC, também a área de influência direta (AID) com um raio de 3 km do limite da UC que faz parte da zona tampão determinada pela Reserva da Biosfera do Cerrado (fig. 1).

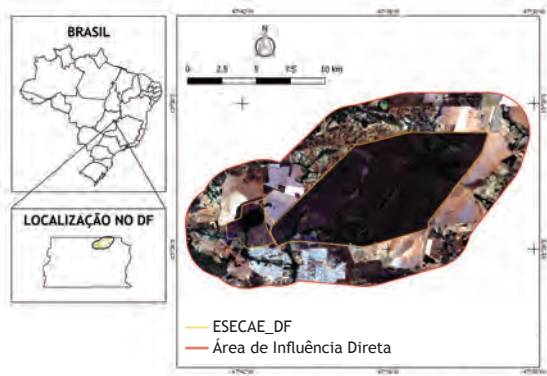


Fig. 1 - Localização da Estação Ecológica Águas Emendadas.
Fig. 1 - Location of Águas Emendadas Ecological Station.

Zoneamento de Risco de Incêndios

O zoneamento de Risco de Incêndios foi desenvolvido utilizando o método multicritério aditivo (Aguiar *et al.*, 2015). Para confecção do zoneamento foram utilizadas variáveis físicas associadas diretamente às fontes de ignição, ocorrência e propagação dos incêndios florestais. O processamento das informações foi realizado nos softwares ENVI 4.7 e QGIS 2.18.

As variáveis utilizadas no zoneamento foram: uso e ocupação do solo, estradas, declividade do terreno e orientação das encostas (Aguiar *et al.*, 2015; Neto *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2012). A variação altimétrica na área de estudo é considerada baixa não sendo, portanto, considerada na análise.

As classes dos fatores analisados foram padronizadas na escala de 0 a 10 pontos associados ao risco que oferecem para a ignição e propagação do fogo, sendo 0 (zero) para risco nulo e 10 (dez) para risco extremo (Aguiar *et al.*, 2015; Neto *et al.*, 2016). A seguir está disposto os bancos de dados utilizados assim como as fontes utilizadas (TABELA I).

TABELA I - Banco de dados utilizados para análise de susceptibilidade a incêndios.

TABLE I - Databank used to analyse susceptibility to fire.

Dados	Fonte
Uso e Ocupação do Solo (2016)	Imagem Landsat 8 sensor OLI ponto 221 órbita 71
Vias e Rodovias	SEGETH (2017)
Curvas de nível	SEGETH (2017)
Cicatrizes de Áreas Queimadas	INPE (2011 à 2015)

Uso e Cobertura do Solo

Para avaliar o risco de ocorrência de incêndios o conhecimento sobre o uso do solo é determinante. O uso do solo, assim como a topografia afetam a frequência, velocidade de propagação e tamanho das áreas queimadas (Torres *et al.*, 2017b). Os aspectos ecofisiológicos e dos materiais combustíveis atribuirá à cada classe de uso uma propensão maior ou menor aos incêndios (Prudente, 2010).

A imagem utilizada para a classificação do uso e cobertura do solo foi construída com a composição 6R, 5G e 4B Landsat 8 OLI para o ano de 2016. O pré-processamento foi realizado com os processos de correção atmosférica das imagens e teve por base o Princípio da Reflectância Zero (Barbosa *et al.*, 2019).

Também foi realizada a correção geométrica onde foram utilizados o modelo de transformação polinomial de primeiro grau e o método de interpolação do vizinho mais próximo. A primeira etapa deste processo foi a identificação e registro das coordenadas de pontos denominados de controle, e que são comuns às imagens digitais e às cartas planialtimétricas. As coordenadas reais foram padronizadas para o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e datum SIRGAS 2000 e os mapas confeccionados apresentam escala de 1: 250.000.

Para a interpretação das imagens foi utilizada a chave de interpretação das composições coloridas conforme Sano *et al.* (2010) que incluem a definição das características tonais, texturais e geométricas das classes de mapeamento presentes no bioma. A análise foi realizada no ENVI 4.7 por meio de classificação supervisionada com o algoritmo de máxima verossimilhança. A classificação supervisionada consiste na identificação prévia das classes de informação chamadas áreas de treinamento, que nada mais são do que representações do comportamento médio das classes que serão mapeadas automaticamente (Tangerino e Lourenço, 2013).

A descrição das cinco classes de uso do solo será descrita a seguir (TABELA II). Para essa análise não foi utilizada a classificação de solo exposto visto que na área há rotação de culturas, mas na época de aquisição da imagem os solos expostos observados foram derivados da ausência destas culturas.

TABELA II - Classificação do Uso do Solo.

TABLE II - Land use classification.

Tipo de Classe	Nome da Classe	Descrição
Antrópica	Agrícola	Uso do solo referente as atividades pecuárias e agrícolas
	Urbano	Uso do solo referente as atividades urbanas
	Reforestamento	Uso do solo referente as áreas de monoculturas de espécies florestais de pinus e eucalipto
Natural	Formação Campestre e Savânica	Uso do solo referente ás fitofisionomias de Campestres e Savânicas: Campo Sujo, Campo Rupestre, Campo Limpo, Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral/Buritizal e Vereda
	Formação Florestal	Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão
	Água	Corpos Hídricos

70

Aspecto

O aspecto é determinado pela orientação da encosta em que o terreno está localizado, ou seja, o mapa de aspecto representa a inclinação das vertentes sendo classificadas em setores de acordo com os pontos cardeais. O mapa de aspecto foi gerado a partir do modelo digital de elevação.

No hemisfério sul, as faces orientadas ao norte são as que mais recebem incidência de raios solares gerando uma maior suscetibilidade ao fogo. Não obstante o aspecto é um parâmetro indireto do conteúdo de umidade do material combustível devido à insolação, influenciando a propagação dos incêndios florestais (Prudente, 2010).

Algoritmo de classificação de Risco de Incêndios

O algoritmo utilizado para a produção do mapa de zoneamento de riscos a incêndios florestais pode ser visualizado na equação 1 e ele deriva do algoritmo proposto por Neto *et al.* (2016) (equação 1):

$$RI = (AS * 0,2) + (USO * 0,3) + (SLP * 0,2) + (URB * 0,3) \quad \text{Equ. 1}$$

Onde RI é a classe de Risco de Incêndio; AS é o risco de incêndio associado ao aspecto; USO = é o risco de incêndio associado ao uso e cobertura do solo; SLP = é o risco de incêndio associado à declividade do terreno; URB = é o risco de incêndio associado à proximidade de vias e áreas urbanas.

A seguir está disposta a distribuição dos pesos e dos valores atribuídos aos fatores que influenciam a ocorrência de incêndios (TABELA III). Para a análise, as áreas dos corpos hídricos foram suprimidos dos planos de informação.

Como resultado as áreas foram classificadas em 5 classes (TABELA IV). Essas classes obdeceram a pontuação obtida pela aplicação da equação 1 e indicarão a graduação de risco de incêndios.

Ressalta-se que a metodologia proposta foi validada por meio da sobreposição das cicatrizes de áreas queimada do ano 2011 a 2015 observadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com o zoneamento elaborado para área.

Análise de Autocorrelação Espacial do Risco de Incêndios Florestais

De uma forma geral, as variáveis ecológicas apresentam autocorrelação espacial (Legendre, 1993). Sendo assim, para avaliar estatisticamente a dependência espacial relativo ao risco de incêndios florestais foram utilizados os Índice Global de Moran e o Índice Local de Moran (Moran, 1948).

Proximidade com estradas

Inicialmente o mapa temático do sistema viário foi convertido para o formato *raster*, com células de 30 metros, e, posteriormente foi calculada a distância em metros das vias por meio da ferramenta de distância euclidiana. De forma geral, as áreas que circundam as rodovias foram consideradas mais susceptíveis ao fogo frente ao fluxo intenso de veículos que nelas transitam (Neto *et al.*, 2016).

Declividade

O mapa de declividade foi gerado a partir do plano de informações das curvas de nível de 5m do Distrito Federal. Posteriormente foi confeccionado o modelo digital de elevação por meio da técnica de interpolação *Triangulated Irregular Network* (TIN) (Dias, 2016) gerando um raster com células de 30 metros.

É importante destacar que o fogo tende a se propagar mais rapidamente em aclives, assim, à medida que o grau de inclinação aumenta a velocidade de propagação também aumenta (Soares e Batista, 2007). Neste contexto, a declividade do terreno foi classificada conforme Santos *et al.* (2018) sendo as áreas com maior grau de declividade as que obtiveram maiores pontuações.

TABELA III - Distribuição de pesos e influências para análise de susceptibilidade a incêndios.

TABLE III - Distribution of weights and influences for the fire susceptibility analysis.

Fatores	Classe	Peso (P)	Valores Atribuídos (N)
Aspecto	SE/S/SW	0,2	2
	E		4
	NE		6
	NW/W		8
	N		10
Uso do solo	Água	0,3	0
	Formações Savânicas e Campestres		6
	Urbano		6
	Formações Florestais		4
	Reflorestamento		6
	Agricultura		10
Declividade	0°-3°	0,2	2
	3°-8 °		4
	8 ° -20 °		6
	20 ° -45 °		8
	>45 °		10
Distância de vias e urbano	100 m	0,3	10
	500 m		8
	1000 m		6
	3000 m		4
	>3000 m		2

Fonte/Source: Aguiar *et al.*, 2015; Neto *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2012.

TABELA IV - Classificação do risco de incêndio.

TABLE IV - Fire risk classification.

Pontuação	Classificação
0-2	Baixo
2-4	Médio
4-6	Alto
6-8	Muito Alto
8-10	Extremo

Inicialmente o plano de informações do risco de incêndios florestais em formato *raster* foi vetorizado para o formato *shape* sem que ocorresse a suavização dos polígonos, preservando assim o formato original do *raster*. Essa vetorização teve como objetivo discretizar a variável risco de incêndios florestais para a realização da análise estatística. Posteriormente foi criada uma malha regular com tamanho da célula do mapa de risco à incêndios florestais (30m X 30m) e atribuída à essa célula o valor do risco de incêndios florestais.

Com o mapa de risco à incêndios florestais discretizado em malhas regulares a análise espacial das áreas foi realizada no software Geoda 1.8. A matriz de proximidade espacial foi elaborada com base no critério de vizinhança *Queen* (Gaither *et al.*, 2011) que considera como vizinhas as unidades que possuem fronteiras ou vértices comuns, em que a unidade vizinha é definida da forma $w_{ij} = 1$, enquanto o elemento que não possui relação de vizinhança é definido $w_{ij} = 0$ (Anselin, 2004).

A partir da matriz de proximidade espacial foram calculados o Índice Global de Moran e o Índice Local de Moran. O Índice Global de Moran avalia o nível de interdependência espacial entre todos os polígonos e é obtido pela equação 2:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_i z_j w_{ij}}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2} \quad \text{Equ. 2}$$

Onde n é o número de polígonos; $z_i = (x_i - \bar{x})$ e $z_j = (x_j - \bar{x})$ para $i \neq j = 1, \dots, n$ valores observados das populações i e j centradas na média da variável x em estudo; w_{ij} é o elemento da matriz de proximidade W_{ij} , e S_0 é definida pela equação 3.

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad \text{Equ. 3}$$

O índice Global de Moran varia entre $[-1,1]$, sendo que valores próximos a -1 indicam correlação espacial negativa, valores próximos a 1 indicam correlação espacial positiva e valor igual a 0 indica ausência de correlação espacial ou independência espacial com relação à variável testada (Albuquerque *et al.*, 2017).

O Índice Local de Moran também denominado Índice Local de Associação Espacial (LISA) determina a dependência local dos dados com relação à seus vizinhos. Este índice permite identificar padrões de agrupamentos de hotspot e coldspot (Yang e Wong, 2013). O índice classifica os agrupamentos em Alto-Alto que denotam associação positiva entre as duas regiões vizinhas; Baixo-Baixo para associação negativa; Alto-Baixo e Baixo-Alto para áreas que apresentarem associação de valores inversos entre as regiões vizinhas. A estatística LISA, é especificada pela equação 4:

$$LISA = \frac{x_i - \mu}{\sigma_0^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \mu), \quad i=1, \dots, n \quad \text{Equ. 4}$$

Onde σ_0^2 é a variância populacional da variável em estudo dos n polígonos, x_i - observação do risco de incêndios florestais, i para $i=1, \dots, n$ e μ - média dos n polígonos da malha regular.

A validade estatística dos Índices de Moran Global e Local, foi analisada pelo z-score e pelo teste de pseudo-significância (Câmara *et al.*, 2004).

No presente estudo também foi utilizado o teste de pseudo-significância gerando 999 permutações dos valores de atributos associados e o nível de significância de 95% (Hu *et al.*, 2019).

Resultados e Discussão

Uso e Ocupação do Solo

Foi constatado que o uso preponderante do solo da área estudada é a de vegetação nativa, ocupando cerca de 58% da área. E a grande presença desta vegetação nativa se dá principalmente pela presença e pelo bom estado de preservação da Unidade de Conservação. A segunda maior classe de uso do solo observado foi o uso agrícola ocupando cerca de 34% da área (fig. 2). Neste sentido cabe um destaque, pois de acordo com Costa *et al.* (2015) 42% dos produtores que moram nas circunvizinhança da ESECAE-DF fazem uso do fogo com fins agropastoris sendo que a maioria realiza a prevenção contra os incêndios florestais, no entanto esses agricultores, não receberam qualquer tipo de orientação para a prevenção ou a realização de queimadas controladas.

Para Schmidt *et al.* (2016) o uso do fogo nessas áreas de agricultura tem a função de “limpar” e/ou aumentar a disponibilidade imediata de nutrientes em áreas de agricultura, estimular a rebrota de gramíneas para pastejo pelo gado e melhorar o acesso a áreas e recursos.

É importante ressaltar que foi observado apenas 4% da área de vegetação nativa como Formações Florestais, sendo o restante composto por Campos e Cerrado Sentido Restrito.

Nas áreas de Formação Florestal há uma menor probabilidade de incidência de incêndios nessas áreas, por serem formadas por veredas e matas de galeria, que são fitofisionomias associadas à presença constante de água (Borges *et al.*, 2016). Portanto, é possível observar

que as áreas menos propensas aos incêndios florestais no interior da ESECAE-DF correspondem à uma pequena fatia da área total.

Por outro lado a baixa densidade florestal, nas formações campestres e savânicas, propicia a circulação do ar facilitando e contribuindo para acelerar a secagem do material combustível. Conforme Ribeiro and Walter (2008) as formações campestres são compostas por áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com poucas árvores formando paisagens abertas. Dessa forma, uma vez que a vegetação das áreas de campos é composta por gramíneas, durante a época de estiagem sazonal típica do Cerrado há a formação de um grande volume de biomassa oriunda de material combustível (Oliveira-Filho e Fluminhan-Filho, 2015).

Dessa forma, com excessão das áreas de Formações Florestais e das áreas dos corpos hídricos, as demais áreas da Unidade de Conservação e sua AID, ou seja, mais de 90% da área possuem um alto potencial de suscetibilidade aos incêndios florestais.

Proximidade com estradas

A presença de conglomerados urbanos e a baixa distância em relação às vias faz da AID a área mais propícia a incêndios. Avaliando a área total, cerca de 34% da área de estudo está localizada há menos de 500 metros das vias e de áreas urbanas e 21% está há menos de 100 metros (fig.3). Considerando apenas esse aspecto de risco, mais da metade da área encontra-se suscetível à incêndios florestais.

Importantes rodovias federais (BR-010 e BR-030) e estaduais (DF-205 e DF-128) delimitam a área da UC. Esta prática de utilização de rodovias para delimitação de áreas preservadas facilita a demarcação porém é bastante nociva ao tráfego da fauna e também aumenta a propensão de incêndios florestais (Molina *et al.*, 2019). Dessa forma, a proximidade com essas vias aumenta consideravelmente o risco de ocorrência de incêndios florestais.

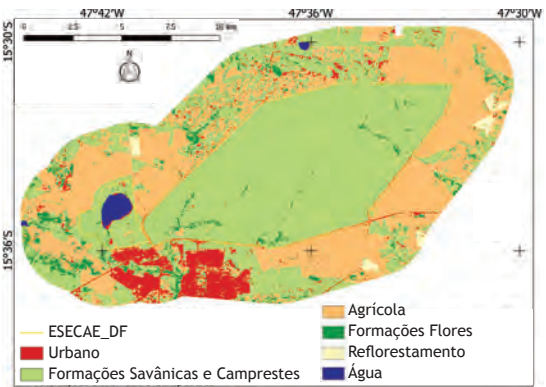


Fig. 2 - Mapa de uso do solo.

Fig. 2 - Land use map.

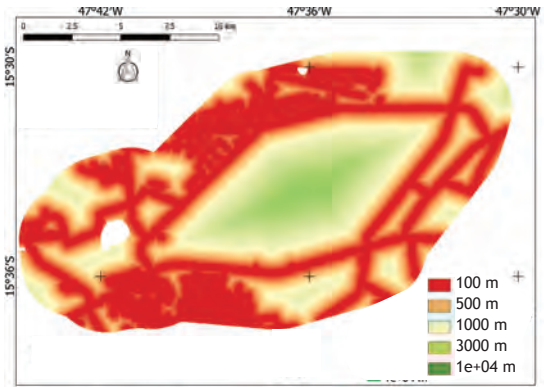


Fig. 3 - Mapa de distância em relação às vias, rodovias e áreas urbanas.

Fig. 3 - Distance map of roads, highways, and urban areas.

Uma vez que proximidade com vias e rodovias aumenta o risco à incêndios é sugerido um planejamento das margens de estradas secundárias que fazem fronteira com áreas de campos e de pastagem, de forma a proporcionar uma diminuição do volume disponível de material combustível (Ganteaume e Jappiot, 2013).

Declividade

Considerando apenas o fator declividade observa-se que a área de estudo não possui grandes declives devido à baixa variação hipsométrica (fig.4). Para Silveira *et al.* (2008) a declividade é um dos principais fatores associados ao risco de incêndios no Cerrado, dessa forma, como a área de estudo possui baixa declividade há um atenuante nos fatores de risco. É importante observar que 88% da área de estudo possui declividade de até 8°, sendo 41% das áreas entre 0-3° e 47% entre 3-8°.

Essa baixa variação reduz os riscos de incêndios, visto que em encostas mais íngremes há baixa infiltração de água da chuva e geralmente possuem maior quantidade de biomassa seca (Torres *et al.*, 2016). Somando-se a isso, em áreas declivosas o vento é um dos principais fatores que influenciam a taxa de combustão e dispersão do fogo, pois além de afetar o índice de suprimento de oxigênio durante a queima, a secagem do combustível é acelerada pela remoção da camada de ar em contato com sua superfície, provocando a inclinação das chamas e aproximando-as do material ainda não queimado (Torres e Machado, 2008). As áreas mais declivosas encontram-se nas bordas da área estudada. Levando em consideração isso e que o uso do solo é predominantemente agrícola, observa-se que o potencial de risco à incêndios aumenta.

Aspecto

A ESECAE-DF possui 48% de seu território com alta exposição solar, o que implica em maiores riscos de

incêndios (fig. 5). A alta exposição à radiação solar facilita a ignição espontânea de matéria orgânica seca. Durante o período de estiagem, o sol culmina no zênite ao norte da ESECAE-DF. Dessa forma há uma elevação da temperatura nas vertentes de orientação norte, influenciando diretamente as características físicas do material combustível e ocorrências de incêndios (Torres *et al.*, 2018). Além disso, no Cerrado há uma forte relação entre a insolação e a ocorrência de incêndios florestais, sendo que no período de estiagem ocorre um aumento da insolação (Torres *et al.*, 2010).

Associado ao aumento da insolação o longo período de estiagem também é um dos principais fatores que influenciam a probabilidade de ignição de incêndios no Cerrado, pois devido à estiagem há um aumento da quantidade de biomassa seca disponível para ignição de incêndios (Alvarado *et al.*, 2017). Para Ribeiro *et al.* (2018) os fortes períodos de estiagem associados às mudanças climáticas são responsáveis por aumentar a queima de biomassa no Brasil.

Zoneamento de Risco de Incêndios

Foi evidenciado que mais de 60% da área de estudo é classificada em zonas de Alto ou Muito Alto risco à incêndios florestais. Sendo que as zonas de risco Médio ocupam 39,81% da área de estudo, as zonas de Alto Risco ocupam 13,38% da área e 46,08% estão classificadas como as zonas de Muito Alto Risco.

O zoneamento das áreas da UC de acordo com o risco de incêndios, mostra que as áreas próximas às rodovias e zonas urbanas e onde o uso do solo é destinado a agricultura são as mais propícias à ocorrência de incêndios (fig. 6). Os resultados encontrados corroboram com os resultados de Torres *et al.* (2018) e Gobbo *et al.* (2016) que observaram que as maiores áreas queimadas encontravam-se próximas a vias de acesso como trilhas e estradas

É importante destacar que a classe de uso do solo Agrícola foi o fator que mais influenciou para a elevação

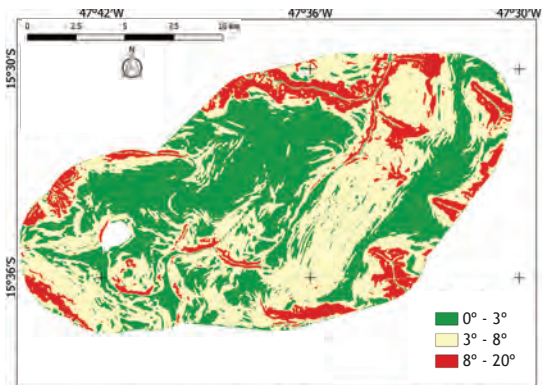


Fig. 4 - Mapa de declividade.
Fig. 4 - Slope map.

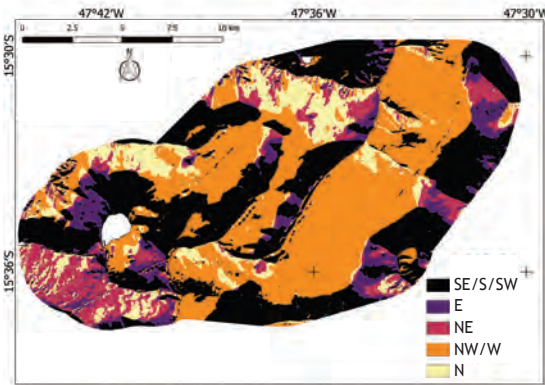


Fig. 5 - Mapa de exposições.
Fig. 5 - Aspect map.

do risco de incêndios na AID. No Distrito Federal, o uso do fogo como modo de preparo da terra ainda é bastante presente na agricultura (Rodrigues *et al.*, 2016). Costa *et al.* (2009) observou que 34% da população que habita as adjacências da ESECAE-DF utiliza essa técnica para limpeza do terreno.

No entanto Sampaio *et al.* (2016) alertam que somente a exclusão da aplicação dessa técnica não é suficiente, pois tende a marginalizar a agricultura familiar, sendo necessário negociar objetivos de manejo entre diferentes atores atuantes do território. Schmidt *et al.* (2016) ressalta que para um bom manejo do fogo no Cerrado é necessário entender as percepções das comunidades locais sobre os efeitos dos diferentes tipos de fogo, ou seja, para que haja uma boa relação da população agrícola da AID com a gestão da UC é necessário um planejamento integrado de forma a evitar que essas práticas venham a atingir e prejudicar UC.

As zonas próximas às vias e áreas urbanizadas foram as que apresentaram alto risco de incêndios florestais corroborando assim com o estudo de Bacani (2016). No zoneamento observa-se que a grande quantidade de áreas próximas às rodovias possuem zonas classificadas como Muito Alto Risco. De acordo com Cipriani *et al.* (2011), as rodovias, servem de acesso aos indivíduos que, intencionalmente ou não, podem iniciar o processo de ignição do material combustível, além de promoverem o acúmulo de material combustível em suas margens (Ribeiro *et al.*, 2012).

No processo de validação, foi verificado que 63% das áreas de cicatrizes de incêndios estão localizadas nas zonas classificadas com risco Alto e Muito Alto e 37% estão em áreas classificadas com risco Médio (fig. 7). Não houve cicatriz de incêndios em áreas classificadas como de baixo risco.

Observou-se também que 80% das cicatrizes de incêndios estão localizadas sobre área com uso de

formações Savânicas ou campestres o que evidencia a alta susceptibilidade desse tipo de vegetação. No entanto, nesse tipo de fitofisionomia o fogo pode eliminar muitos indivíduos, podendo ocasionar processos de savanização (Liesenfeld *et al.*, 2016). Já as formações florestais ocuparam somente 1% das cicatrizes de incêndios.

Em relação à orientação das vertentes, 44% das áreas de cicatrizes das queimadas estavam nas orientações SE/S/SW e 30 % nas orientações NW/W evidenciando uma equidade quanto a esse fator. Essa equidade pode ter origem na direção dos ventos. Durante o período de estiagem além da alta insolação e de altas temperaturas do ar, também há a presença de ventos fortes (Souza e Vale, 2019). De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia - (INMET, 2019) durante o período de estiagem entre os anos 2011 e 2015 houve predominância de ventos com direção sudeste e leste. Dessa forma esses ventos ao encontrarem encostas com a mesma direção eles aceleram a propagação do fogo, visto que o mesmo tende a elevar as chamas das partes inferiores para as superiores (Torres *et al.*, 2016). Portanto, para avaliações futuras é recomendada a inserção também de fatores relacionados à direção dos ventos no intuito de aperfeiçoar a análise do modelo.

No tocante a proximidade de vias e áreas urbanas, observou-se que 52% das áreas das cicatrizes de incêndios estavam localizadas até 500 m de distância. Além disso, as maiores cicatrizes de incêndios estão em áreas com menos de 100 metros das áreas urbanizadas. Esse resultado corrobora com o estudo de Costa *et al.* (2009) que apontaram que na ESECAE-DF as áreas mais propensas à ocorrência de incêndios florestais encontravam-se nas margens de rodovias e estradas vicinais.

Em relação à declividade, 51% das cicatrizes estavam em áreas com até 3° de declividade e 41% estavam em áreas com até 8°. No entanto, conforme evidenciado na fig. 4

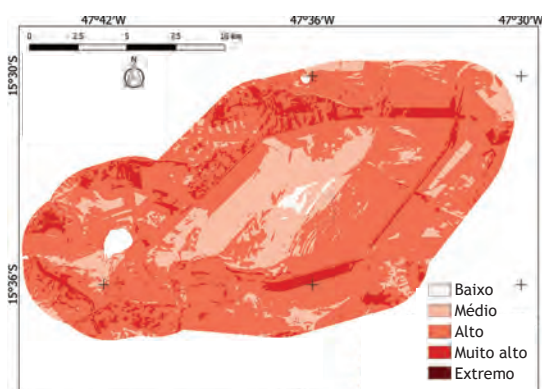


Fig. 6 - Mapa do zoneamento de risco de incêndios.

Fig. 6 - Fire risk zoning map.

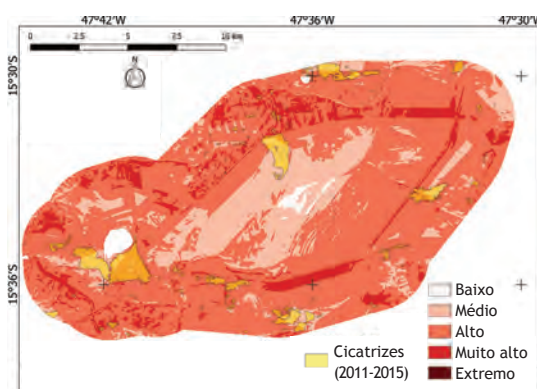


Fig. 7 - Mapa do zoneamento do risco de incêndios e cicatrizes de áreas queimadas.

Fig. 7 - Fire risk zoning map and scars of burned areas.

existem poucas áreas com altas declividades na área de estudo, portanto, nessas áreas a influência dos demais fatores analisados podem ter sido mais significativos.

Almeida *et al.* (2018) obteve a partir de entrevistas com o batalhão de polícia militar ambiental localizado na UC, que a ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e também de equipamentos de combate à incêndios em situações que exigem alguma ação prévia de contenção antes da efetiva chegada da brigada do Corpo de Bombeiros, são fatores que impedem a maior eficiência dos combates. Costa *et al.* (2009) também observaram que há uma insuficiência de equipamentos de proteção individual além de que a ESECAE-DF não dispõe de máquinas para manutenção das estradas e aceiros. Como forma de combater os incêndios florestais White *et al.* (2016) sugere a alocação de materiais e equipamentos de combate próximas às áreas de maior risco, construção de torres de vigilância; definição de áreas para a construção de aceiros e, o controle do material combustível.

Autocorrelação Espacial do Risco de Incêndios Florestais

Foram obtidas uma malha regular com 295.829 polígonos e uma matriz espacial gerada a partir do critério Queen que apresentou em média 7,98 vizinhos para cada polígono. O Índice Global de Moran obtido foi 0,830 e após as 999 permutações foram obtidos um pseudo p-value de 0,001 e o z-score de 912.08 que indica que esses agrupamentos são estatisticamente significativos.

Abaixo é possível observar a espacialidade dos agrupamento dos polígonos e sua vizinhança (fig.8). Os aglomerados Alto-Alto são formados por áreas com alto risco de incêndios florestais e vizinhos com valores igualmente altos (*hotspots*). Por sua vez os aglomerados Baixo-Baixo denotam áreas com baixo risco de incêndios florestais e vizinhos com valores igualmente baixos (*coldspots*). De acordo com a análise do Índice Local de

Associação Espacial, cerca de 19% da área do estudo apresenta aglomerados do tipo Baixo-Baixo e 13% da área possui aglomerados de áreas de alto risco (Alto-Alto).

Os agrupamentos Alto-Alto estão predominantemente dentro da AID, corroborando com os resultados de Chas-Amil *et al.* (2013) em que o arranjo espacial antrópico influenciou zonas com maior ocorrência de incêndios florestais na Galícia, evidenciando que tais áreas devem ser priorizadas nos programas de prevenção a incêndios florestais. Dentre as áreas classificadas como Alto-Alto, 59% estão em áreas há menos de 500 metros de distâncias de vias e rodovias estaduais, e nessas áreas 20% estavam em áreas com declividade acima de 20°, 67% estavam orientadas para as direções N, NW e W e 42% em áreas agrícolas.

Assim como observado por Platt (2014) o risco de incêndios florestais em áreas de interfaces de áreas de vegetação nativa e infraestrutura urbana apresentaram grandes aglomerados do tipo Alto-Alto nas proximidades das vias, rodovias e áreas urbanas. Resultados similares foram obtidos por Gobbo *et al.* (2016) que observou que as áreas do entorno do Parque Nacional - Caparaó foram as mais afetadas por incêndios florestais em especial aquelas com uso agropecuário e próximas às rodovias.

Outro importante resultado foi que o maior aglomerado Alto-alto está localizado na porção norte da AID, nessa região vem ocorrendo a conversão do uso do solo das regiões rurais para adensamentos urbanos e condomínios irregulares (Padovesi-Fonseca *et al.*, 2010). As áreas urbanas no interior da AID possuem uma renda média *per capita* de US\$238,51 e baixo índice de escolaridade (CODEPLAN, 2018). A combinação de áreas de risco de incêndios florestais e presença de comunidades com vulnerabilidade social contribuem para aumentar a ocorrência de incêndios florestais e sua intensidade Gaither *et al.* (2011). Em Portugal Oliveira *et al.* (2019) observou que nas zonas de interface de vegetação nativa e áreas urbanas há falta de conhecimento a respeito das zonas de risco de incêndios florestais, sendo semelhante ao resultado encontrado por Costa *et al.* (2009) nas intermediações da ESECAE-DF.

Nas áreas com aglomerados Baixo-Baixo, cerca de 66% está há mais de 3000 metros de distância de vias e áreas urbanas, ressaltando a influência desse fator no risco à incêndios florestais. Além disso, 89% das áreas de aglomerados Baixo-Baixo estão em terrenos com até 8° de declividade o que minimiza a propensão à ocorrência de incêndios florestais. Em 74% de tais áreas o uso do solo é de formações Savânicas e Campestres. Nas áreas de formações Savânicas e Campestres somente 7 % está há menos de 500 metros das vias, indicando que para esse tipo de uso a proximidade com vias e áreas urbanas é nociva e que os fatores físicos como aspecto e declividade atenuaram a pontuação de risco de incêndios florestais.

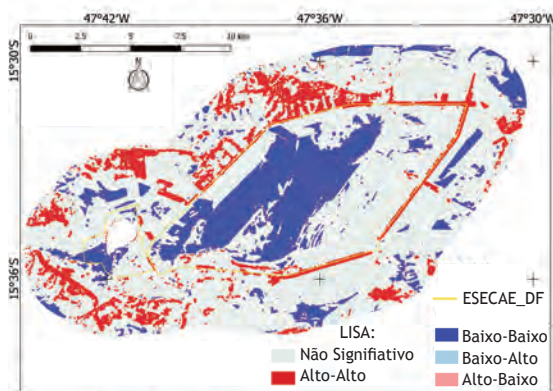


Fig. 8 - Índice local de associação espacial evidenciando as áreas de hotspots e coldspots de risco de incêndios florestais.

Fig. 8 - Local index of spatial association highlighting hotspot and coldspot forest fire risk areas.

Conclusão

A partir do estudo pode ser constatado que o modelo desenvolvido contribuiu para apontar que as zonas classificadas como de risco 'Alto' representam 71% de toda a área estudada. Dessa forma, a elaboração de um plano de prevenção à incêndios florestais na UC é fundamental para preservar tanto os atributos ecológicos da área do estudo quanto em relação à integridade física das comunidades que estão inseridas na Área de Influência Direta.

As formações Savânicas e Campestres foram as que mais apresentaram susceptibilidade à incêndios florestais, principalmente quando associadas a fatores físicos como alta declividade e orientação das vertentes. No caso específico da ESECAE-DF foi constatada que a orientação das vertentes aumenta a probabilidade de ocorrência dos incêndios florestais devido à forte influência dos ventos no período de estiagem. Os ventos aceleram a secagem do material combustível, aumentando o suprimento de oxigênio, transportando materiais acesos ou aquecidos e inclinando as chamas dos focos de incêndios para áreas ainda não queimadas das encostas.

No entanto é importante destacar que o modelo testado não aferiu a influência direta dos ventos na ocorrência de incêndios e por isso se sugere a inclusão de uma variável de mensuração direta em análises futuras. No entanto, mesmo sem considerar a variável 'vento' de forma direta, o processo de validação mostrou que o zoneamento é imprescindível uma vez que as cicatrizes de incêndios florestais estavam localizadas em zonas de médio a muito alto risco de incêndios.

Também se pode concluir que os aglomerados de zonas com maiores susceptibilidade a incêndios (hotspots) estão localizados nas áreas de interface de vegetação nativa e áreas urbanas que integram a Área de Influência Direta da U.C. No entanto, por se tratar de uma área com vulnerabilidade social e econômica associada ao risco de incêndios florestais as ações de educação ambiental são fundamentais para a prevenção. Já as áreas de coldspots estão localizadas majoritariamente no interior da UC em áreas com menor influência de atividades humanas e com aspectos físicos desfavoráveis à ocorrência de incêndios florestais.

Finalmente pode-se concluir que o zoneamento de risco à incêndios florestais pode auxiliar a alocação dos recursos necessários ao combate a incêndios florestais e tornar o processo de controle mais satisfatório e menos danoso.

Referências bibliográficas

- Aguiar, R. D., Santos, L. d. M., Matricardi, E., e Batista, I. (2015). Zoneamento de risco de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO. *Enciclopédia da Biosfera*, 11(21), 1943-1957.
- Albuquerque, P. H. M., Medina, F. A. S., e da Silva, A. R. (2017). Regressão Logística Geograficamente Ponderada Aplicada a Modelos de Credit Scoring. *Revista Contabilidade & Finanças*, 28(73), 93-112.
- Almeida, A. N. d., Andrade, B. G. d., Soares, P. R. C., e Angelo, H. (2018). Segurança ambiental na Estação Ecológica de Águas Emendadas no Distrito Federal. *Ciência Florestal*, 28, 1381-1393.
DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835047>
- Alvarado, S. T., Fornazari, T., Cóstola, A., Morellato, L. P. C., e Silva, T. S. F. (2017). Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing. *Ecological Indicators*, 78, 270-281.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.037>
- Anselin, L. (2004). Exploring spatial data with GeoDaTM: a workbook. *Urbana*, 51(61801), 309.
- Aximoff, I., e Rodrigues, R. d. C. (2011). Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. *Ciência Florestal*, 21, 83-92.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050982750>
- Bacani, V. M. (2016). Geoprocessing applied to risk assessment of forest fires in the municipality of Bodoquena, Mato Grosso do Sul. *Revista Árvore*, 40, 1003-1011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000600005>
- Barbosa, C. C. F., de Moraes Novo, E. M. L., e Martins, V. S. (2019). *Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações* (Vol. 1): Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Borges, S. L., Eloy, L., Schmidt, I. B., Barradas, A. C. S., e Santos, I. A. D. (2016). Fire Management in Veredas (Palm Swamps): New perspectives on traditional farming systems in Jalapão, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 19, 269-294. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20150020R1V1932016>
- Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (2000).
- Câmara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G., e Correa, V. (2004). *Análise espacial de áreas. Análise espacial de dados geográficos*, 2.
- Chas-Amil, M. L., Touza, J., e García-Martínez, E. (2013). Forest fires in the wildland-urban interface: A spatial analysis of forest fragmentation and human impacts. *Applied Geography*, 43, 127-137.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.06.010>

- Cipriani, H. N., Pereira, J. A. A., Silva, R. A., Freitas, S. G. d., e Oliveira, L. T. d. (2011). Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal Park, Poços de Caldas, MG. *CERNE*, 17, 77-83.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602011000100009>
- CODEPLAN (2018). *Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal-PDAD-DF-2018*. Retrieved 01 de julho de 2019, from <http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Brazil%C3%A2ndia.pdf>
- Costa, E. P., Fiedler, N. C., Medeiros, M. B., e Wanderley, F. B. (2009). Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação - estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. *Ciência Florestal*, 19, 195-206.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098410>
- Costa, E. P., Fiedler, N. C., Medeiros, M. B. d., e Leite, Â. M. P. (2015). *Diagnostic of fire used by rural producers near Águas Emendadas Ecological Station (ESECAE) in Distrito Federal*. . *CERNE*; vol 13, n.º 5 (2007) - Suplemento.
- Dias, E. R. (2016). Geração de Modelo Digital de Elevação utilizando dados do SRTM como subsídio ao planejamento e gestão territorial do município de Lucena (PB). *Caderno de Geografia*, 26(45), 151-159.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26n45p151>
- Durigan, G., e Ratter, J. A. (2016). The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53(1), 11-15.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12559>
- Gaither, C. J., Poudyal, N. C., Goodrick, S., Bowker, J. M., Malone, S., e Gan, J. (2011). Wildland fire risk and social vulnerability in the Southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach. *Forest Policy and Economics*, 13(1), 24-36.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.07.009>
- Ganteaume, A., e Jappiot, M. (2013). What causes large fires in Southern France. *Forest Ecology and Management*, 294, 76-85.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.055>
- Gobbo, S. D. a. A., Garcia, R. F., Amaral, A. A. d., Eugenio, F. C., Alvarez, C. R. d. S., e Laporti Luppi, A. S. (2016). Uso da Terra no Entorno do PARNA-Caparaó: Preocupação com Incêndios Florestais. *Floresta e Ambiente*, 23, 350-361.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.110114>
- Hu, M., Li, Z., Yuan, M., Fan, C., e Xia, B. (2019). Spatial differentiation of ecological security and differentiated management of ecological conservation in the Pearl River Delta, China. *Ecological Indicators*, 104, 439-448.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.081>
- INMET (2019). *Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. Retrieved 09 de agosto de 2019.
- Jaafari, A., Zenner, E. K., Panahi, M., e Shahabi, H. (2019). Hybrid artificial intelligence models based on a neuro-fuzzy system and metaheuristic optimization algorithms for spatial prediction of wildfire probability. *Agricultural and Forest Meteorology*, 266-267, 198-207.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.12.015>
- Klink, C.A., e Machado, R. B. (2005). Conservation of the Brazilian cerrado. *Conservation biology*, 19(3), 707-713.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>
- Lacey, C. J., Walker, J., e Noble, I. R. (1982). *Fire in Australian Tropical Savannas*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Legendre, P. (1993). Spatial Autocorrelation: Trouble or New Paradigm? *Ecology*, 74(6), 1659-1673.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1939924>
- Lemes, G. P., Matricardi, E. A. T., Costa, O. B., e Leal, F. A. (2014). Avaliação espaço-temporal dos incêndios florestais no Parque Nacional Serra da Canastra no período de 1991 a 2011. *Ambiência*, 10(Sup), 247-266.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2014.supl.03>
- Liesenfeld, M. V. A., Vieira, G., e de Andrade Miranda, I. P. (2016). Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(88), 505-517.
DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.1222>
- Lopes, E. R. d. N., Silva, A. P. P., Peruchi, J. F., e Lourenço, R. W. (2018). Zoneamento de Risco de Incêndio e Queimadas na Cidade de Sorocaba-São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, 36, 117-129.
DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v36i0.148048>
- Machado, R., Aguiar, L., Bianchi, C., Vianna, R., Santos, A., Saito, C., e Timmers, J. (1998). Áreas de risco no entorno de Unidades de Conservação: estudo de caso da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF. *Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas* (J Marinho-Filho, FHG Rodrigues, and MM Guimarães, eds.). SEMATEC/IEMA, Brasília, DF, 64-75.
- Medeiros, M. B. (2002). Manejo do Fogo em unidades de conservação do Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, 10(1), 76-89.
- Molina, J. R., Lora, A., Prades, C., e Rodríguez y Silva, F. (2019). Roadside vegetation planning and conservation: New approach to prevent and mitigate wildfires based on fire ignition potential. *Forest Ecology and Management*, 444, 163-173.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.04.034>

- Moran, P. A. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243-251.
- Moreira de Araújo, F., Ferreira, L. G., e Arantes, A. E. (2012). Distribution Patterns of Burned Areas in the Brazilian Biomes: An Analysis Based on Satellite Data for the 2002-2010 Period. *Remote Sensing*, 4(7). DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs4071929>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., e Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>
- Neto, G. B. S., Bayma, A. P., de Faria, K. M. S., de Oliveira, E. G., e Menezes, P. H. B. J. (2016). Riscos de incêndios florestais no parque nacional de Brasília. *Brasil. Territorium*(23), 161-170. DOI: <http://dx.doi.org/10.14195/1647-7723>
- Neves, L. F. d. S., Marimon, B. S., Anderson, L. O., eda Silva Neves, S. M. A. (2018). Dinâmica de fogo no Parque Estadual do Araguaia, zona de transição Amazônia-Cerrado. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 44, 85-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v44i0.47926>
- Oliveira-Filho, A. T., e Fluminhan-Filho, M. (2015). Vegetation ecology of the Parque Florestal Quedas do Rio Bonito, Brazil. *CERNE*, 5(2), 051-064.
- Oliveira, R., Oliveira, S., Zêzere, J. L., e Viegas, D. X. (2019). Uncovering the perception regarding wildfires of residents with different characteristics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 101370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101370>
- Padovesi-Fonseca, C., Gomes Corrêa, A. C., Figueiredo Marques Leite, G., Joveli, J. C., Soares Costa, L., e Toledo Pereira, S. (2010). Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 5(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.118>
- Platt, R. V. (2014). Wildfire hazard in the home ignition zone: An object-oriented analysis integrating LiDAR and VHR satellite imagery. *Applied Geography*, 51, 108-117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.03.011>
- Preisler, H. K., Brilling, D. R., Burgan, R. E., e Benoit, J. W. (2004). Probability based models for estimation of wildfire risk. *International Journal of Wildland Fire*, 13(2), 133-142. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/wf02061>
- Prudente, T. D. (2010). *Geotecnologias aplicadas ao mapeamento de risco de incêndio florestal no parque nacional da chapada dos veadeiros e área de entorno*. (Dissertação de Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, 116 f.
- Ramos, R. M., Fonseca, R. L., e Morello, T. F. (2016). Unidades de conservação e proteção contra incêndios florestais: relação entre focos de calor e ações articuladas pelas brigadas contratadas. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 135-148.
- Ribeiro, I. O., Andreoli, R. V., Kayano, M. T., Sousa, T. R., Medeiros, A. S., Godoi, R. H. M., . . . Souza, R. A. F. (2018). Biomass burning and carbon monoxide patterns in Brazil during the extreme drought years of 2005, 2010, and 2015. *Environmental Pollution*, 243, 1008-1014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.022>
- Ribeiro, J. F., e Walter, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado: ecologia e flora*, 1, 151-212.
- Ribeiro, L., Soares, R. V., e Beppler, M. (2012). Mapeamento do risco de incêndios florestais no município de Novo Mundo, Mato Grosso, Brasil. *CERNE*, 18, 117-126. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000100014>
- Ribeiro, R., e Marinho-Filho, J. (2005). Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 898-907. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752005000400014>
- Rodrigues, M. F., de Castro Rocha, F. E., Dalla Corte, J. L., Salviati, M. E., e Oliveira-Filho, E. C. (2016). Aspectos Motivacionais para o Uso do Fogo na Agricultura no Distrito Federal e Entorno. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Sampaio, A. B., Berlinck, C. N., Miranda, H. S., Schmidt, I. B., e Ribeiro, K. T. (2016). Manejo do fogo em áreas protegidas. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 1-3.
- Sano, E. E., Rosa, R., Brito, J. L. S., e Ferreira, L. G. (2010). Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, 166(1), 113-124. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4>
- Santos, H. G., Jacomine, P., Dos Anjos, L., De Oliveira, V., Lumberras, J., Coelho, M., . . . Cunha, T. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos: Brasília, DF: Embrapa*, 2018.
- Santos, P. R., Pereira, G., e Rocha, L. C. (2014). Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012). *Caderno de Geografia*, 24(1), 133-142. DOI: <http://dx.doi.org/10.5752/P2318-2962.2014v24nespp133>

- Schmidt, I. B., Fonseca, C. B., Ferreira, M. C., e Sato, M. N. (2016). Implementação do programa piloto de manejo integrado do fogo em três unidades de conservação do Cerrado. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 55-70.
- Silveira, H. L. F. d., Vettorazzi, C. A., e Valente, R. d. O. A. (2008). Avaliação multicriterial no mapeamento de risco de incêndios florestais, em ambiente sig, na bacia do Rio Corumbataí, SP. *Revista Árvore*, 32, 259-268.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000200009>
- Soares, R. V., e Batista, A. C. (2007). *Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo*. Universidade Federal do Paraná Curitiba.
- Souza, M. A. d., e Vale, A. T. d. (2019). Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. *Ciência Florestal*, 29, 181-192.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509822416>
- Tangerino, D. F., e Lourenço, R. T. (2013). Comparação da exatidão de métodos de classificação supervisionada e não supervisionada a partir do índice kappa na microbacia do Ribeirão Duas Águas em Botucatu/SP. *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR*, 4093.
- Torres, F. T. P., Lima, G. S., das Graças Costa, A., de Araújo Félix, G., e da Silva Júnior, M. R. (2017a). Perfil dos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Floresta*, 46(4), 531-542.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i4.44199>
- Torres, F. T. P., e Machado, P. J. O. (2008). *Introdução à climatologia* (Geographica, E. Ed.). Ubá: Cengage Learning.
- Torres, F. T. P., Ribeiro, G. A., Martins, S. V., e Lima, G. S. (2010). Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. *Revista Árvore*, 34, 297-303.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200012>
- Torres, F. T. P., Ribeiro, G. A., Martins, S. V., e Lima, G. S. (2016). Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora (MG). *GEOgraphia*, 18(36), 170-182. DOI: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2016.v18i36.a13748>
- Torres, F. T. P., Roque, M. P. B., Lima, G. S., Martins, S. V., e de Faria, A. L. L. (2017b). Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. *Floresta e Ambiente*, 24, e00025615.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.025615>
- Torres, F. T. P., Torres, C. M. M. E., Lima, G. S., Martins, S. V., Mendes, A. E. d. O., Padovani, M. T., . . . Valverde, S. R. (2018). Análise do perfil dos incêndios florestais no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e entorno (MG). *Ciência Florestal*, 28, 1008-1021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833384>
- White, L. A. S., White, B. L. A., e Ribeiro, G. T. (2016). Modelagem espacial de risco de incêndio florestal para o município de Inhambupe, Bahia, Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(85), 41-49.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.85.850>
- Yang, Y., e Wong, K. K. F. (2013). Spatial Distribution of Tourist Flows to China's Cities. *Tourism Geographies*, 15(2), 338-363.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14616688.2012.675511>
- Zacharias, G. C. (2013). *Indicadores para a gestão de riscos de incêndios florestais em áreas periurbanas do Distrito Federal, Brasil: estudo de caso do Núcleo Rural do Córrego do Urubu* (Dissertação de Mestrado), Universidade Católica de Brasília, Brasília.

(Página deixada propositadamente em branco)

MODELO ESPACIAL DE RISCO DE INCÊNDIO INTRAURBANO: FATORES DE POPULAÇÃO E CARGA DE INCÊNDIO*

INTRA-URBAN SPATIAL FIRE RISK MODEL: POPULATION AND FIRE LOAD FACTORS

81

Carlos David Veiga França

Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão (Brasil)

 0000-0001-8862-5520 cadbm128veiga@gmail.com

Silas Nogueira de Melo

Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de História e Geografia (Brasil)

 003-3363-5208 silasmelo@professor.uema.br

Claudio Eduardo de Castro

Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de História e Geografia (Brasil)

 0000-0002-1224-5019 clanaros@yahoo.com.br

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de História e Geografia (Brasil)

 0000-0001-5713-0269 luizcarlos.cecenuema@gmail.com

RESUMO

Embora os incêndios urbanos façam centenas de vítimas fatais e causem inúmeros prejuízos materiais a cada ano e em todo o mundo, poucos estudos se dedicam à formulação de um modelo simples de estimação do risco de incêndios urbanos. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é criar e implementar um modelo espacial de risco de incêndio intraurbano com apenas duas variáveis: população e valor de carga de incêndio. Uma área urbana brasileira de porte médio foi selecionada para análise empírica. Foram utilizados mapas e técnicas estatísticas como os índices de Moran, regressão linear e regressão de erro espacial. Os resultados evidenciam que as ocorrências de incêndio são concentradas no espaço intraurbano, bem como a variável população não foi estatisticamente significativa, mas a variável carga de incêndio foi positiva e significativa na associação com o risco de incêndio. As implicações dos resultados, em termos de políticas públicas, normas técnicas e protocolos são discutidas na conclusão.

Palavras-chave: Risco de incêndio, modelo espacial, carga de incêndio, população, intraurbano.

ABSTRACT

Although urban fires cause hundreds of deaths and enormous damage to property each year around the world, few studies have focused on developing a simple model to estimate the risk of urban fires. This article sets out to create and implement a spatial model of intra-urban fire risk with only two variables, population and fire load value. A medium-sized Brazilian urban area was selected for empirical analysis. Maps and statistical techniques were employed, such as Moran indices, linear regression, and spatial error regression. The results show that fire occurrence is concentrated in the intra-urban space and the population variable was not statistically significant, but the fire load variable was positive and significant in association with fire risks. The implications of the results, in terms of public policies, technical standards, and protocols are discussed in the conclusion.

Keywords: Fire risk, spatial model, fire load, population, intra-urban.

* O texto deste artigo foi submetido em 13-01-2019, sujeito a revisão por pares a 12-02-2019 e aceite para publicação em 08-04-2020.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

A sociedade contemporânea pode ser contextualizada no processo de urbanização adotado, bem como, na gama de serviços e equipamentos urbanos desenvolvidos para atender as distintas necessidades econômicas, além de produzir diversos tipos de risco. Tal realidade insere-se na reflexão sobre uma “sociedade de risco” (Beck, 1992). Nesse sentido, a cada ano os incêndios urbanos/intraurbanos fazem centenas de vítimas fatais em diversos países (Rohde *et al.*, 2010; Sapp e Huff, 1995; Sufianto e Green, 2012) e podem ser considerados um tipo de risco. Contudo, poucos estudos se dedicam à formulação de um modelo simples de risco de incêndios urbanos.

O objetivo da presente pesquisa foi criar e implementar um modelo espacial de risco de incêndio intraurbano com apenas duas variáveis: população e valor de carga de incêndio. A variável de população possui uma influência ambígua na relação com os incêndios, na medida em que pode ser a principal causadora ou principal combatente desse fenômeno (Stahura e Hollinger, 1988). Já a variável carga de incêndio está relacionada com a carga de material combustível por área (Khorasani *et al.*, 2014) distintamente os relacionados às estruturas urbanas, ou seja, materiais e tipo de construção, que se apresenta por uma urbanização incipiente, com vazios entre quarteirões e lotes, com uso de materiais não standardizados, bem como a vegetação, que em nosso estudo se refere a floresta ombrófila transicional com palmeiras pouco preservada. Peculiaridades que afetam sobremaneira a carga combustível, como atestam Guettouche (2011); Taridala, *et al.* (2016); Ardianto e Chhetri (2019).

Assim, selecionamos uma área urbana brasileira de porte médio para implementação do modelo. No decorrer do texto, respondemos três perguntas: os incêndios intraurbanos possuem uma aleatoriedade espacial?; A população é uma variável significativa para a compreensão dos incêndios urbanos?; Prédios com altas cargas de incêndio estão de fato associados com ocorrências de incêndio?

Com exceção da introdução, o artigo está dividido em quatro partes. Na primeira etapa, realizamos uma revisão de literatura das pesquisas sobre riscos de incêndio. A segunda parte contextualiza o presente estudo com as justificativas e o levantamento das hipóteses que nos nortearam. Posteriormente, ainda na mesma seção, realizamos a caracterização empírica do estudo descrevendo os dados, metodologia e limitações. Na terceira etapa, apresentamos os resultados da análise. Finalmente, na quarta seção, concluímos destacando os principais resultados e suas implicações para políticas públicas e normas técnicas.

Risco de incêndio

A literatura lusófona especializada sobre riscos, por meio da *Territorium - Revista Internacional de Riscos*, principal periódico sobre o assunto, têm destacado nos últimos 20 anos o conceito de risco de incêndio. As pesquisas são de diferentes metodologias, escalas e países. Contudo, há uma predominância de estudos de casos com viés quantitativo, enfocando florestas, sobretudo em Portugal.

Unidade de análise urbana

Os autores Figueira *et al.* (2011; 2012) fizeram uma análise do risco de incêndio no centro histórico do Funchal enfatizando o método ARICA. No primeiro artigo, dois métodos de avaliação de risco foram comparados - ARICA e Gretener. Os resultados apontam que o método Gretener é menos abrangente nas diversas valências da segurança contra incêndio, enquanto o método ARICA considera na sua formulação quase todos os aspectos que influenciam o risco de incêndio (Figueira *et al.*, 2011). Já no segundo artigo, os autores fizeram a apresentação de um programa de computador desenvolvido para a aplicação do método ARICA de forma simples e sistematizada (Figueira *et al.*, 2012).

Em uma outra escala, Ferreira *et al.* (2012) realizaram uma análise probabilística do risco de incêndio do núcleo da sala de comando de uma estação de tratamento de resíduos sólidos urbanos. Para a quantificação do risco de incêndio utilizaram o *Building Fire Safety Evaluation Method* (BFSEM). O BFSEM consiste na avaliação do desempenho da segurança contra incêndio em um edifício focando em fatores como: carga de incêndio; características da ocupação; medidas de proteção ativas; e características estruturais. A aplicação do método permitiu a determinação das probabilidades de ocorrência das diferentes formas de incêndio.

No Brasil, Bruno (2010) explorou a gestão do risco de incêndio em favelas na cidade de São Paulo por meio da proposição de um método de análise alinhado aos objetivos, possibilidades e limitações à sua aplicação. Segundo a autora, duas vertentes são destacadas: uma que seja a atuação preventiva e emergencial sobre assentamentos com alto nível de risco, ou seja, com maior probabilidade de ocorrência de incêndios e maiores consequências para a população envolvida, e outra, voltada à incorporação de medidas perenes de segurança nos assentamentos que venham a ser objeto de urbanização, ou seja, de intervenções estruturais de caráter global.

Unidade de análise florestal

Os cálculos de correlação e regressão linear simples foram aplicados para identificar associações entre risco de incêndios florestais e a prática da pastorícia em 4 concelhos da Serra da Estrela em um recorte temporal de 19 anos

(Nunes, 2000). Sem o resultado de uma única variável de associação dominante, o estudo conclui que a problemática dos fogos florestais exprime uma extrema variabilidade.

Na pesquisa de Gouveia (2006), foi construído um índice de risco de incêndio florestal para o Concelho de Mirandela, através da utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Foram levadas em consideração as variáveis das características morfológicas, combustível vegetal, estruturas de defesa da floresta contra incêndios e área ardida. Os resultados permitiram a criação de uma carta de risco de incêndio florestal da área de estudo visando à gestão desse tipo de risco.

Bento-Gonçalves *et al.* (2007), ao analisarem investigações criminais, apontam que o crime de incêndio florestal apresenta dificuldades na recolha de provas materiais, que permitam, mais facilmente, a condenação de quem o comete, pelo que urge reforçar o investimento na investigação criminal de incêndios florestais para diminuição desse tipo de risco.

Ainda na questão dos incêndios florestais de Portugal, Vieira *et al.* (2009) ressaltam a dificuldade de definição e identificação das áreas urbano-rurais. Essa limitação pode influenciar as estratégias adequadas à prevenção, proteção e combate aos incêndios florestais. Assim, os autores realizaram uma tipologia para identificação das áreas de Interface Urbano-Rural na região do Ave, no período de 2001 a 2007.

Artigos exploratórios e conceituais também foram encontrados especificamente sobre riscos de incêndios florestais. No trabalho descritivo de Lourenço (2009), foi tomada como exemplo a manifestação do risco de incêndios florestais nas serras do centro de Portugal. O autor apresentou algumas situações com efeitos erosivos subsequentes. Esses casos foram selecionados dentre aqueles em que houve reabilitação de infraestruturas, em especial, residências familiares. Já o trabalho de reflexão conceitual de Fidalgo (2013), houve uma preocupação com as populações ficarem cada vez mais vulneráveis a manifestação de perigo de incêndio florestal, em particular, aos incêndios na interface urbano-rural. Nesse sentido, o autor busca clarificar conceitos como riscos, vulnerabilidade, perigo e outros, com intuito de compreensão das dinâmicas territoriais dos riscos de incêndio.

Fora Portugal, outros dois países da América Latina foram investigados: Brasil e Chile. Neto *et al.* (2016), definiram um modelo de risco de incêndio e um mapa de combate a incêndio florestal com base em Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o Parque Nacional de Brasília, situado a noroeste do Distrito Federal, capital do Brasil. Os resultados indicaram que 83% da área do Parque encontravam-se sob risco alto e muito alto de incêndio e que 3% indicaram risco extremo.

Em Castillo *et al.* (2009), o estudo foi sobre a relação espaço-temporal existente entre a ocupação do solo

para fins habitacionais em áreas de interface urbano-rural nas colinas costeiras da Grande Valparaíso, Chile. Com uma base de dados de ocorrência de incêndios florestais de 23 anos, os resultados indicaram áreas sensíveis de riscos, juntamente com a caracterização da respectiva conflitualidade, especialmente em territórios urbanos afetados pela propagação descontrolada do fogo. Por fim, Quintanilla (2009) identifica que os fatores sociais e climáticos secos da zona mediterrânea do Chile favorecem a ocorrência de incêndios florestais. Os resultados também apontam para a degradação do relevo, bem como os danos no bioma da região.

Também, outros trabalhos, como o de Taridala *et al.* (2016) que encontraram em Kendary, cidade litorânea no sudeste da Indonésia, um sítio com crescimento acelerado na urbanização não acompanhado pelo dos dispositivos de controle de fogo, ou de cuidados cotidianos e alocação correta dos itens de risco nos edifícios, sejam domésticos quanto comerciais. Nesse estudo, utilizaram o geoprocessamento para identificar nível de risco a incêndios, considerando alto as de alta densidade de construção, com material combustível, não atravessado por vias arteriais nem coletoras que permitam o acesso de bombeiros. Nesse país, também pode-se encontrar Sufianto e Green (2012) que, em Jakarta e Surabaya, procuraram entender, ao largo de sete anos, as características dos incêndios, fato desprezado em muitos estudos.

Em Melbourne, Austrália, Ardianto e Chhetri (2019) utilizaram o método de cadeia Markov, para calcular a probabilidade de ocorrência de incêndio residencial com base no histórico de ocorrências de incêndio. Com dados de um período de dez anos de notificações, criaram um modelo de risco de incêndio espacialmente integrado, que visa prever a provável ocorrência de incidentes. Nesse estudo o espaço e o tempo são parâmetros-chave do modelo, porém não indicam em grande escala as probabilidades, além de utilizar do modelo que apenas calcula a probabilidade de ocorrência.

Presente estudo

Como visto, existem pelo menos três lacunas na literatura de risco de incêndios. Primeiro, a parca existência de estudos com enfoque em áreas urbanas e intraurbanas, uma vez que se dedicaram grandemente em pesquisar e propor soluções para categorias urbanas, como favelas, centralidades urbanas, edificações, pouco em uma visão sistemática sobre o território municipal. Outra vertente muito desenvolvida é que trata dos estudos para florestas e/ou áreas rurais. Neste sentido, é possível verificar a preocupação com os recursos naturais e danos ambientais. Por outro lado, um desprezo das pesquisas em relação à maioria populacional que reside nos centros urbanos, exposta aos riscos de incêndios.

Uma segunda lacuna é a ausência de um modelo simplificado e menos oneroso de riscos de incêndios. Mesmo o método ARICA, amplamente conhecido por ser um método menos complexo (Figueira *et al.*, 2011 e 2012), possui a exigência de fatores parciais difíceis de serem atualizados por instituições de combate e prevenção aos incêndios. Em países do sul global e de tamanho continental, como o Brasil, com mais de 5.000 municípios, métodos e modelos mais diretos, simples e econômicos são cada vez mais necessários.

A terceira e última lacuna é em relação à inexistência de modelos de risco de incêndio com controle dos efeitos espaciais. Evidentemente os riscos de incêndio são representados por mapas e possuem ricas descrições espaciais dos vários estudos de caso, mas nenhum deles mensura formalmente quão importante é o espaço para o entendimento do fenômeno.

A presente pesquisa objetiva caminhar no sentido de preencher essas lacunas da literatura ao propor um modelo espacial de risco de incêndio de fácil aplicação por instituições de combate e prevenção a incêndios. Três hipóteses nortearam o estudo:

- *Hipótese 1* - Os incêndios não são aleatórios no espaço intraurbano. Ou seja, há uma autocorrelação espacial do fenômeno em questão.
- *Hipótese 2* - Quanto mais densamente urbanizada uma área, maior o risco ao incêndio. Essa suposição foi baseada na consideração de que o homem também é, direta ou indiretamente (Bento-Gonçalves *et al.*, 2007), um agente causador de incêndio.
- *Hipótese 3* - Áreas com prevalência de prédios com altos valores de carga de incêndio e as ruralizadas cujo uso seja como segunda moradia, lazer ou rurais ligadas à praia, são associadas positivamente com riscos de incêndio.

No sentido de se poder segregar os bairros e áreas para se aferir alguma relação com os riscos de incêndio, já que são intrinsecamente diferentes em sua prevalente urbanização, considerou-se, a partir das características encontradas em IBGE (2011a; 2016) áreas com urbanização esparsa, que associam o urbano e o rural, aquelas de residências de lazer-praia e as de atividade genuinamente rural, de agropecuária, além das urbanizadas. Algumas delas, não destacadas no mapa, não puderam ser consideradas em qualquer categoria, por não se poder destacar pelas informações das fontes consultadas.

Área de estudo

Para verificação das hipóteses de pesquisa era necessário escolher uma área urbana que atendessem todos os pré-requisitos necessários, como informações espaciais de ocorrências de incêndios, bem como carga de incêndio dos prédios e população por bairro. Devido ao objetivo

de formulação de um modelo simples e econômico para aplicação em países em desenvolvimento, escolhemos um município brasileiro. Contudo, como existem milhares de municipalidades no Brasil, decidimos trabalhar com uma que tivesse um apelo duplo: localizada em regiões menos desenvolvidas do país e caracterizada como cidade média. Por exemplo, áreas urbanas como São Paulo e Rio de Janeiro possuem um maior apelo internacional, contudo, do ponto de vista prático, o modelo de risco de incêndio seria inócuo nessas áreas pois estão localizadas na região mais desenvolvida do país, cujos órgãos gestores possuem outras variáveis que possibilitariam o aperfeiçoamento do modelo. Esses centros urbanos são exceções da realidade brasileira.

Nesse sentido, selecionamos a área urbana do município de São José de Ribamar, localizada no estado do Maranhão. O município está situado na região Nordeste bem como na Amazônia Legal (fig. 1), ocupando a zona de transição entre elas. A vegetação de contato remanescente é constituída por fragmentos de savana e floresta Ombrófila Aberta, a vegetação transicional de mata de cocais, com palmeira babaçu (IBGE, 2011b), que devido à presença de pequenas chácaras, quintas, granjas de uso misto lazer-rural - incluindo-se as ligadas ao lazer em praia, com árvores nativas, ornamentais e frutíferas, torna-se vulnerável à combustão no período de estiagem, que compreende os meses de julho a dezembro. Soma-se a esses aspectos as condições das edificações, veículos, lixo e gás liquefeito, constituindo causas de ocorrência de incêndio nas áreas municipais pesquisadas. Importante destacar que as regiões Norte e Nordeste são as menos desenvolvidas do Brasil. Outras duas peculiaridades que fazem o município uma amostra significativa é que está localizado na costa atlântica do país, bem como faz parte da região metropolitana de São Luís, capital do estado. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2011a), São José de Ribamar possui 174.267 habitantes, que o caracteriza como uma cidade média.

Dados

As informações sobre as ocorrências de incêndio foram obtidas mediante boletins oficiais emitidos pela 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar (1ª CIBM), especificando o tipo do fato gerador e local do incêndio entre os anos de 2015 (n = 142) e 2016 (n = 151), totalizando 293 casos. Foram contabilizados os incidentes de fogo em vegetação, fogo em veículo, fogo em residência, em lixo e com gás liquefeito de petróleo de uso doméstico, face aos respectivos bairros de ocorrência.

Os dados de carga de incêndio vieram do Corpo de Bombeiros da região que possui os valores estimados das cargas de todos os prédios do município de São José de Ribamar (fig. 2). Para avaliar-se as áreas e seus riscos de incêndio, convém explicitar como se estabeleceu a

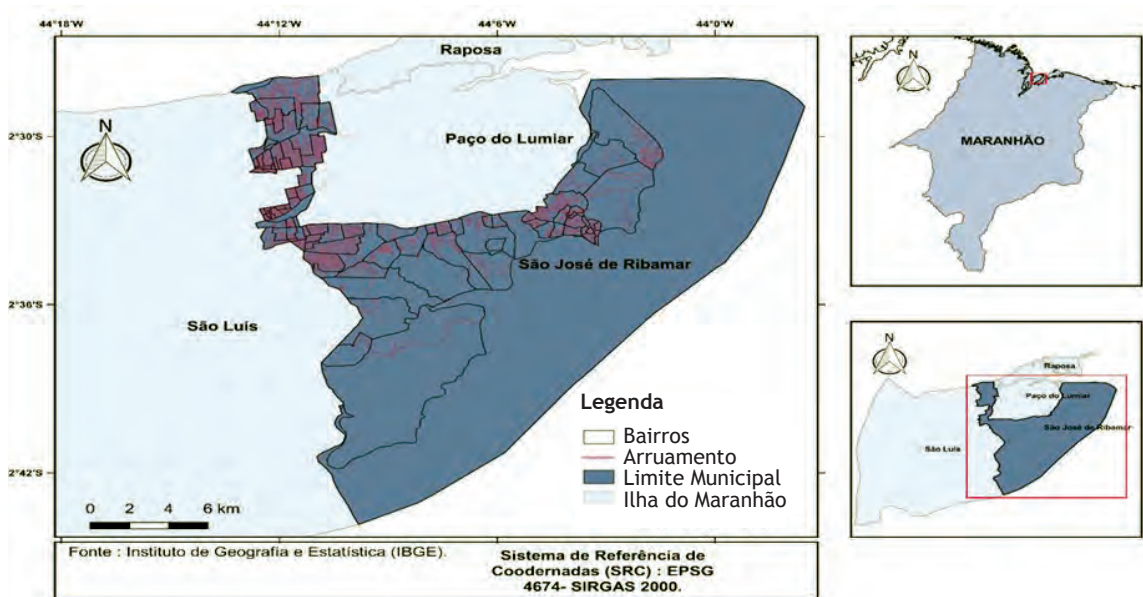


Fig. 1 - Localização de São José do Ribamar, Maranhão, Brasil (Fonte dos dados: IBGE).

Fig.1 - Location of São José do Ribamar, Maranhão, Brazil (Data source: IBGE).

carga de incêndio. Para isso, efetuou-se a identificação das edificações existentes em cada área, classificando-as a partir de ponderação de cargas de incêndio utilizadas institucionalmente por três unidades da federação brasileira, Maranhão (1997), Minas Gerais (2005) e São Paulo (2019), as quais as estabelecem, com intervalos valorativos maiores ou menores, por classificações semelhantes uma vez que consideram. Nelas a carga de

incêndio considera o somatório das energias passíveis de serem liberadas por combustão completa de todos os materiais contidos na edificação. Elas classificam as cargas de incêndio específicas por ocupação, discriminando valores de carga para variadas edificações-ocupações, como na categoria locais públicos de reunião, que assegura altíssima carga à bibliotecas e baixa para centros de esporte. Para tanto, a carga de incêndio da edificação é dividida pela área do piso, resultando em um valor em megajoules (MJ), o qual é utilizado para a classificação da carga de incêndio em categorias de risco, do muito baixo ao muitíssimo alto. A carga de incêndio é uma medida expressa em megajoule (MJ) por metro quadrado (m^2), ou seja, a relação de carga de material combustível por área (Khorasani *et al.*, 2014).

Com informações de trabalho de campo, todos os prédios com altos valores de carga de incêndio foram mapeados e agregados por bairro. Os principais usos humanos ou seja, as atividades preponderantes, não foram consideradas como dado essencial, uma vez que as ocorrências notificadas indicam o quanto elas podem causar incêndios, independentemente de quais sejam os usos, senão as que implicam diretamente na carga de incêndio, nomeadamente as rurais utilizadas como moradia de lazer ou de praias de arrabalde com essa característica. As moradias são consideradas como um grupo homogêneo quanto à carga de incêndio (fig. 2). Por fim, os dados da população por bairro foram coletados no Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2011a). O tratamento dos dados espaciais foram realizados com o software QGIS. Foram calculadas as estatísticas básicas dos principais dados utilizados na pesquisa (TABELA II).

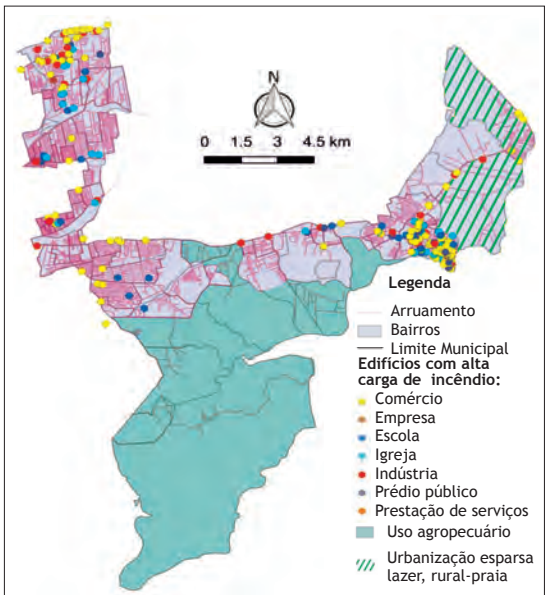


Fig. 2 - Prédios com alta carga de incêndio em São José de Ribamar (Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

Fig.2 - High fire load buildings in São José de Ribamar (Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

TABELA I - Estatísticas básicas por bairro em São José de Ribamar (n = 94).

TABLE I - Basic statistics in São José de Ribamar, by neighbourhood (n = 94).

	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Incêndios (n = 293)	3,117	0	28	5,001
População (n = 174.267)	1853,904	24	11,827	1663,061
Prédios com altos valores de carga de incêndio (n = 235)	2,5	0	32	5,192

Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar e IBGE.
Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar and IBGE.

Análise estatística

Nosso objetivo é ajustar um modelo de regressão que permita prever as ocorrências de incêndio (variável dependente) a partir dos dados de população e carga de incêndio (variáveis independentes). Como a Hipótese 1 é de que os incêndios não são aleatórios no espaço, adotamos a estratégia de verificar a autocorrelação espacial através do índice global de Moran para posteriormente ajustar um modelo espacial (Melo, 2017).

O indicador global de Moran é uma medida de autocorrelação espacial análogo ao coeficiente de correlação convencional, porque tem em seu numerador um termo que é produto de momento. Os valores do índice global de Moran variam de -1 (autocorrelação espacial negativa ou inversa) a +1 (autocorrelação espacial positiva ou direta), o 0 significa aleatoriedade. Contudo, o índice local de Moran também é útil para gerar um mapa indicando as regiões que apresentam correlação local significativamente diferente do restante dos dados (Anselin, 2013).

Tanto para o índice global e local de Moran, como para o modelo espacial, definimos vizinhança a partir de uma distância. Foi escolhida uma matriz de vizinhança com limiar de distância de 2.700 metros. Essa distância foi a mínima para que todos os bairros possuíssem pelo menos um vizinho.

Empregamos um modelo de regressão dos mínimos quadrados ordinários (MQO), a fim de usar o teste de multiplicador de Lagrange (LM) posteriormente, com intuito de identificar se há uma autocorrelação de lag espacial ou de erro espacial. O uso do teste estatístico LM permite-nos identificar o melhor modelo alternativo entre lag espacial (LM-Lag) e erro espacial (LM-Error) (ANSELIN, 1988). Com nossos dados, a hipótese nula de LM-Error - autocorrelação espacial no erro - não foi rejeitada, ao contrário da hipótese nula de LM-Lag. A fórmula geral do modelo de erro espacial é:

$$y = XB + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + u,$$

onde y é a variável dependente, X variáveis independentes (no nosso caso população e carga de incêndio) e B os coeficientes, λ (lambda) sendo o coeficiente de erro espacial, ε é o vetor do termo do erro espacialmente

ponderado utilizando a matriz de pesos W, e u é o vetor da porção não correlacionada dos erros e são independentes e identicamente distribuídos (i.i.d.). Os resultados dos modelos MQO e erro espacial permitiram verificar a validade da Hipótese 2 e Hipótese 3.

Limitações da análise

As análises do presente estudo precisam ser consideradas no contexto de suas quatro principais limitações e as próximas pesquisas devem superar essas barreiras. Primeiro, nem todas as ocorrências de incêndio são necessariamente registradas pelos órgãos de prevenção e combate ao fogo, o que deve afetar os resultados do modelo. Isso pode acontecer principalmente quando o incêndio é pequeno e pode ser controlado pela população próxima. Segundo, o estudo possui validade externa limitada. Novos estudos devem ser conduzidos em outras municipalidades para confirmar (ou não) os resultados aqui encontrados. Terceiro, a escala temporal de dois anos é curta e precisa ser estendida em outras pesquisas. Este fator há de ser melhor absorvido em novos estudos, a partir da construção de arquivos de informações sobre ocorrências de incêndio com categorizações mais precisas, empreendidos por responsáveis pelo controle, como bombeiros, polícia, autarquias. Por fim, como os incêndios são fenômenos complexos, os modelos futuros devem incorporar importantes variáveis como clima, vulnerabilidades urbanísticas contra incêndios tais como pontos para abastecimento de água (hidrantes e mananciais) e acessibilidade do socorro especializado.

Resultados e discussão

As informações espaciais utilizadas foram agregadas por bairros para posterior análise estatística. Foi possível verificar a distribuição espacial da principal variável do estudo que é ocorrência de incêndios durante 2015 e 2016 em São José de Ribamar (fig. 3).

Ao fazer a análise estatística de dependência espacial, verificamos uma considerável autocorrelação positiva nas ocorrências de incêndios (índice global de Moran de 0,12 e p-valor 0,005). Ou seja, uma concentração de valores próximos indicando que as ocorrências de incêndio dos bairros tendem a ser similares aos seus vizinhos.

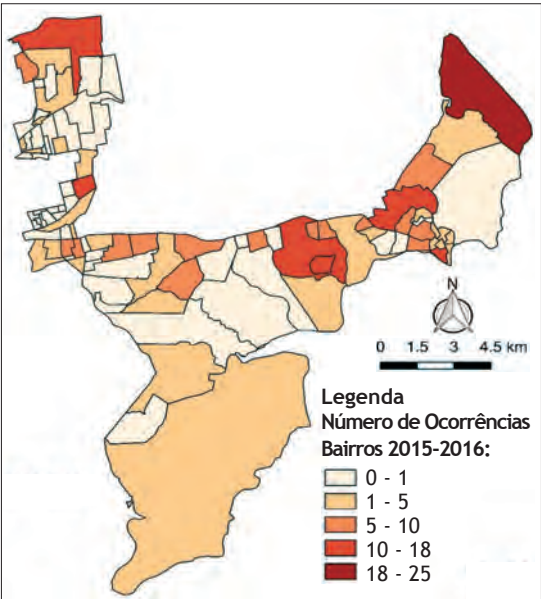


Fig. 3 - Ocorrência de incêndios por bairros entre 2015 e 2016 em São José de Ribamar (Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

Fig. 3 - Fire occurrence by neighbourhood between 2015 and 2016 in São José de Ribamar (Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

No mapeamento do índice local de Moran (fig. 4) é possível verificar que a maioria dos bairros não apresentam significância estatística. Contudo, um padrão espacial é notável: há uma maior concentração dos incêndios a partir do centro do arco em direção norte do município, enquanto na direção há menor concentração dos mesmos. Em outras palavras, bairros vitimizados por incêndios tendem a sofrer uma repetição da vitimização, bem como influenciar bairros próximos (Melo *et al.*, 2018a). Nesse sentido, os resultados sustentam a Hipótese 1 (os incêndios não são aleatórios no espaço intraurbano).

Uma vez explorado o padrão espacial das ocorrências de incêndio e termos constatado sua dependência espacial, criamos um modelo com controle para os efeitos espaciais com intuito de prever os incêndios. Os mapas representam as variáveis independentes de população residente por bairro (fig. 5) e riscos de incêndios advindos dos prédios com altas cargas de incêndio (fig. 6). O método de representação das classes dos mapas temáticos - incluindo a fig. 3 - foi o das quebras naturais ou Jenks (Jenks e Caspall, 1971)

Em relação aos resultados dos modelos estimando ocorrências de incêndio (TABELA II), embora o coeficiente de determinação R2 não seja muito reportado por estatísticos na literatura, mantemos na tabela para corroborar o quanto a mais o modelo espacial consegue

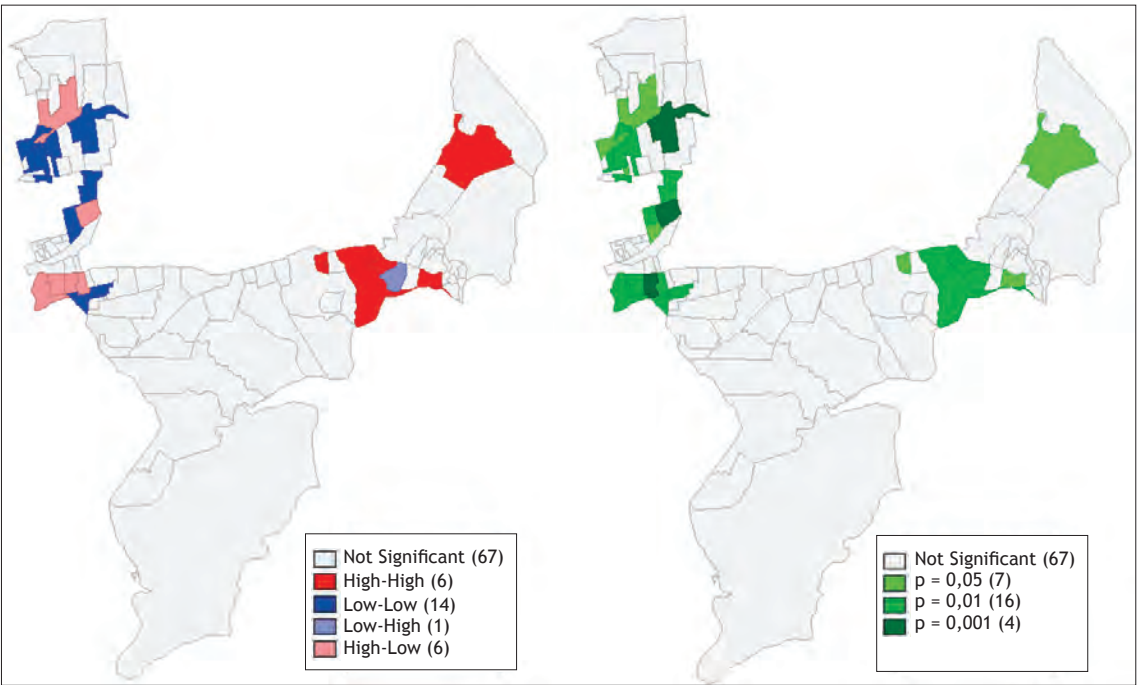


Fig. 4 - Representação do índice local de Moran para a variável de ocorrência de incêndios em São José de Ribamar (Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

Fig. 4 - Representation of the local Moran index for the variable fire occurrence in São José de Ribamar (Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

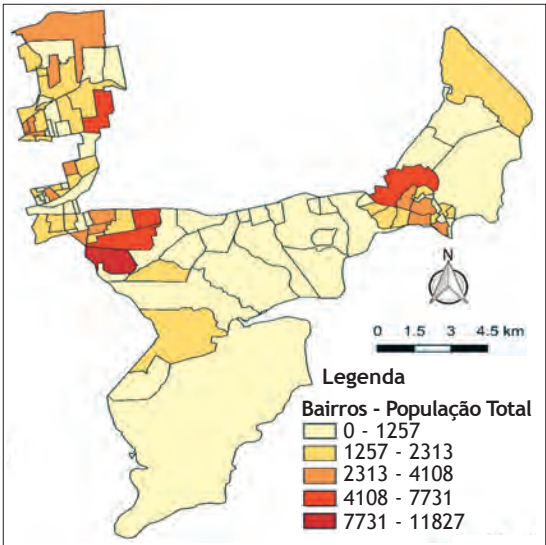


Fig. 5 - População de São José de Ribamar por bairro, 2010 (Fonte dos dados: IBGE).

Fig. 5 - Population in São José de Ribamar, by neighbourhood, 2010 (Data source: IBGE).

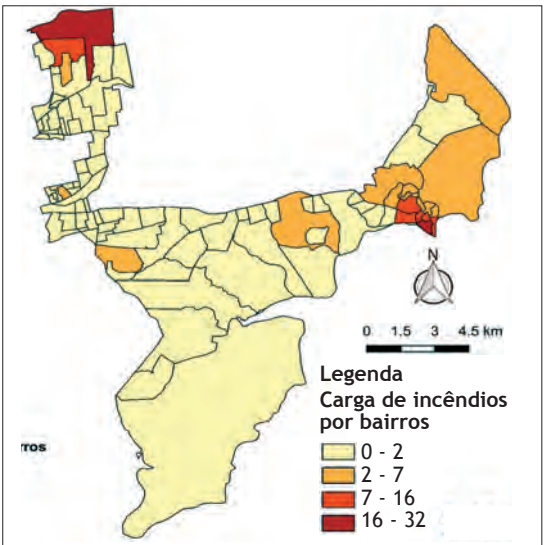


Fig. 6 - Prédios com alta carga de incêndio agregados por bairro em São José de Ribamar (Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

Fig. 6 - High fire load buildings aggregated by neighbourhood in São José de Ribamar (Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar).

TABELA II - Resultados dos modelos estimando ocorrências de incêndio.
TABLE II - Results of models estimating fire occurrences.

	MQO		Erro espacial	
	Coefficiente	t-valor	Coefficiente	z-valor
Constante	2,58***	3,58	2,45*	2,38
População	-0,0001	-0,24	0,0001	0,24
Carga de Incêndio	0,345***	3,56	0,353***	3,49
λ (lambda)	-	-	0,484**	3,05
R2	0,125	-	0,204	-
AIC	561,83	-	555,38	-
Diagnóstico				
Breusch-Pagan	0,24	p = 0,88	0,29	p = 0,86
Jarque-Bera	307,09	p = 0,000	-	-

* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

Fonte dos dados: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar e IBGE / Data source: 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar and IBGE.

explicar os valores observados em relação ao modelo MQO. Nesse sentido, o AIC (sigla em inglês de Akaike Information Criterion) mostra uma qualidade relativa melhor do modelo Erro espacial.

Em resposta à Hipótese 2 (quanto mais densamente urbanizada uma área, maior o risco ao incêndio), a variável apresentou resultados estatisticamente significativos para as áreas mais urbanizadas com maior

população, Noroeste, Oeste e Leste (fig. 6). Nas demais houve mudança de sinal negativo para sinal positivo no coeficiente entre modelos (mas ambos com valores próximos de zero), os incêndios não apresentaram uma boa associação nessa hipótese. Uma possível explicação está relacionada com o fator protetivo da própria população, pois ao mesmo tempo que podem ser os causadores, também podem ser agentes de combate ao incêndio (fig. 6, TABELA II). Dentro da criminologia ambiental, essa explicação encontra suporte na teoria da atividade de rotina (Melo *et al.*, 2018b).

Já a variável de prevalência de prédios com alta carga de incêndio e as ruralizadas com usos múltiplos não rurais, na terceira hipótese, apresenta coeficientes significativos e positivos em ambos os modelos, havendo notificação de incêndios e ocorrências, portanto ensejando alto risco. Logo é a mais importante variável preditora da ocorrência de incêndios em nosso modelo. As áreas nas quais há indicação de poucas edificações indicativas de risco, mas com moradias ruralizadas com usos para o lazer, segunda moradia, há notificação de significativo número de ocorrências de incêndios, resultando em indicativo por índice de risco quando consideradas as notificações e caraga de incêndios (realidade + Estandartização-Normas) Nesse sentido, os resultados corroboram a Hipótese 3, áreas com prevalência de prédios com altos valores de carga de incêndio são associadas positivamente com riscos de incêndio e indicam ainda as rurais de usos diferenciados como de risco considerável.

O lambda como uma medida de interdependência espacial entre os resíduos também é significativo como esperado. No diagnóstico dos modelos reportamos dois testes de hipótese: um de heterocedasticidade (variância dos erros não constante) e outro de normalidade dos resíduos. O teste de Breusch-Pagan mostra que os dados são homocedásticos, rejeitando a hipótese de heterocedasticidade. O teste de Jarque-Bera exhibe que os erros não são normalmente distribuídos. Como o próprio LM indica uma autocorrelação espacial nos erros, talvez isso se deva também pelo fato de existirem outros fatores espacialmente autocorrelacionados que não medimos. Por fim, ao checar as condições de multicolinearidade, não foi evidenciado problemas de relações lineares exatas entre as variáveis independentes. Os mesmos testes de diagnósticos de modelos espaciais são encontrados em pesquisas anteriores (por exemplo, Ceccato *et al.*, 2018).

Conclusão

A presente pesquisa propõe a criação de um modelo espacial de risco de incêndio intraurbano com apenas duas variáveis: população e valor de carga de incêndio. Os resultados apontam a necessidade de um modelo espacial, na medida que os incêndios não são aleatórios espacialmente, como demonstrado na análise. Contrariamente às expectativas, nossos resultados evidenciam que a população intraurbana não foi um fator associado a incidência de incêndios. Contudo, conforme esperávamos, bairros com prevalência de prédios com altos valores de carga de incêndio são relacionados positivamente com riscos de incêndio.

A hipótese segunda, que procurou entender a validade positiva das áreas urbanizadas ante ao risco de incêndio, neste caso foi parcialmente contemplada, obtendo positividade para as áreas altamente urbanizadas, com concentração populacional alta, tendo comportamento alheio para as demais, o que enseja que seja melhor estimada em outros estudos. Essa relação está mais afeta ao controle que à ocorrência, dessa maneira pode ser irrelevante aqui, mas, em certas realidades de adensamentos precarizados, cujas estruturas urbanas utilizem grande quantidade de material inflamável, ela deve ser considerada.

A proposta da terceira hipótese, vem de encontro à percepção associativa de risco de incêndio ao potencial combustível incidente nas edificações, modelo replicado nas diferentes unidades federativas brasileiras. A sua validade indicada pelo número de ocorrências é válida, uma vez que nas áreas densamente povoadas, há maior concentração desse tipo de construção e menor possibilidade de controle social direto sobre o incêndio, dadas as proporções do mesmo, o que resulta em notificações de qualquer tipo de incêndio.

Nessa hipótese, apesar de haver maior controle social sobre focos de incêndio, não resultando em notificações, nas áreas rurais e rurais com usos para lazer, segunda moradia e praia (neste caso), as segundas demonstraram maior número de notificações, explicitando que a maior densidade residencial, apesar da condição de rural, e o uso descontínuo, resulta em notificações para controle pelas entidades competentes, bombeiros civis e militares, ao passo que nas propriamente rurais, tal não ocorre, por haver maior capacidade de controle de incêndios, dado o uso agropecuário que utiliza de maquinário que concorre para controle imediato, bem como o proprietário, ou responsável, estar na propriedade e perceber incêndios já em seu início, controlando-o e não gerando notificação.

Apesar das limitações e simplicidade do modelo desenvolvido, os desdobramentos dos resultados resultam em algumas implicações em termos de políticas públicas, normas técnicas e protocolos. Primeiro, organizações de combate e prevenção de incêndios devem levar em consideração a contínua avaliação das cargas de incêndio dos prédios urbanos. Embora seja oneroso para os recursos públicos calcular todas as energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais contidos num determinado ambiente (inclusive pisos, revestimento das paredes, tetos e divisórias), incentivos devem ser feitos nesse sentido para prevenção da vida humana e patrimônio. Apenas para citar dois casos brasileiros com negligências em relação às medidas de prevenção a prédios com altas cargas de incêndio, o incêndio da boate Kiss em 2013 (com 242 vítimas fatais) e o incêndio no Museu Nacional em 2018 (destruindo um acervo construído ao longo de duzentos anos) são exemplos urbanos trágicos.

Uma segunda implicação é necessidade de normas técnicas e protocolos cada mais simplificados e atualizados dos valores de carga de incêndio de diversos materiais. Finalmente, a terceira implicação é a adoção de técnicas de mapeamento dos incêndios pelas companhias de combate e prevenção ao fogo. Uma vez que demonstramos que este fenômeno possui uma concentração espacial intraurbana, a formação e atualização de profissionais com domínio destas técnicas é primordial.

Agradecimentos

Agradecemos a 1ª Companhia Independente de Bombeiros Militar pela disponibilização dos dados de incêndio e carga de incêndio em São José de Ribamar. Muito obrigado aos professores doutores Ederson Nascimento (UFFS) e Zulimar Márita Ribeiro Rodrigues (UFMA) que colaboraram com valiosas sugestões e preciosos comentários nas versões prévias deste texto.

Referências bibliográficas

- 90
- Anselin, L. (1988). Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity. *Geographical analysis*, 20(1), 1-17.
- Anselin, L. (2013). *Spatial econometrics: methods and models* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Ardianto, R., Chhetri, P. (2019). Modeling Spatial-Temporal Dynamics of Urban Residential Fire Risk Using a Markov Chain Technique. *International Journal of Disaster Risk Science*, (10), 57-73.
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* (Vol. 17). Sage.
- Bento-Gonçalves, A. J., Lourenço, L., e Silva, J. D. D. (2007). Manifestação do risco de incêndio florestal. Causas e investigação criminal. *Territorium*, (14), 81-87. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_14_8
- Bruno, A. P. (2010). Método de análise de risco de incêndios em favelas: uma abordagem. *Territorium*, (17), 119-126. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_17_12
- Castillo, M., Quintanilla, V., e Julio, G. (2009). Análisis del riesgo y vulnerabilidad contra incendios forestales en áreas de interfaz, provincia de Valparaíso. *Territorium*, (16), 131-138. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_12
- Ceccato, V., Melo, S. N., e Kahn, T. (2018). Trends and patterns of police-related deaths in Brazil. In *The Palgrave Handbook of Criminology and the Global South*, Palgrave Macmillan, Cham, 521-550.
- Ferreira, E., Rodrigues, J. P. C., e Coelho, L. (2012). Risco de incêndio na sala de comando duma estação de tratamento de resíduos sólidos. *Territorium*, (19), 127-135. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_19_15
- Fidalgo, E. S. (2013). Risco de incêndios na interface urbano-florestal: reflexão conceptual. *Territorium*, (20), 101-114. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_20_8
- Figueira, R., Rodrigues, J. P. C., e Coelho, A. L. (2011). Avaliação do risco de incêndio em centros urbanos antigos: Parte I-aplicação do método de ARICA ao centro histórico do Funchal. *Territorium*, (18), 99-107. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_18_8
- Figueira, R., Coelho, A. L., e Rodrigues, J. P. C. (2012). Avaliação do risco de incêndio em centros urbanos antigos. Parte II-aplicação informática sobre o método de ARICA. *Territorium*, (19), 121-126. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_19_14
- Gouveia, M. M. A. L. (2006). Risco de incêndio florestal no concelho de Mirandela. *Territorium*, (13), 83-92. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_13_7
- Guettoche, M. S., Derias, A., Boutiba, M., Bounif, M. A., Guendouz, M., Boudella, A. (2011). A Fire Risk Modelling and Spatialization by GIS - Application on the Forest of Bouzareah Clump, Algiers (Algeria). *Journal of Geographic Information System*, (3), 254-265.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011a). *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011b). *Mapa fitogeográfico do estado do Maranhão*. Rio de Janeiro. Escala, 1:400.000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2016). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD*. Microdados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=microdados>
- Jenks, G. F., e Caspall, F. C. (1971). Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction. *Annals of the Association of American Geographers*, 61(2), 217-244.
- Khorasani, N. E., Garlock, M., e Gardoni, P. (2014). Fire load: Survey data, recent standards, and probabilistic models for office buildings. *Engineering Structures*, 58, 152-165.
- Lourenço, L. (2009). Plenas manifestações do risco de incêndio florestal em serras do Centro de Portugal. Efeitos erosivos subsequentes e reabilitações pontuais. *Territorium*, (16), 5-23. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_1
- Maranhão. (1997) *NORMA TÉCNICA - N.º 003/97*. Classificação das edificações quanto aos riscos de incêndio. Corpo de bombeiros militar do estado do Maranhão.
- Melo, S. N. (2017). *Geografia do crime: Análise espacial da criminalidade no município de Campinas-SP*. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- Melo, S. N., Andresen, M. A., e Matias, L. F. (2018a). Repeat and near-repeat victimization in Campinas, Brazil: new explanations from the Global South. *Security Journal*, 31(1), 364-380.
- Melo, S. N., Pereira, D. V., Andresen, M. A., e Matias, L. F. (2018b). Spatial/temporal variations of crime: a routine activity theory perspective. *International journal of offender therapy and comparative criminology*, 62(7), 1967-1991.
- MINAS GERAIS (2005). *IT - 09 - Carga de incêndio nas edificações e área de risco*. Corpo de bombeiros militar do estado de Minas Gerais.

- Neto, G. B. S., Bayma, A. P., de Faria, K. M. S., de Oliveira, E. G., e Menezes, P. H. B. J. (2016). Riscos de incêndios florestais no parque nacional de Brasília. Brasil. *Territorium*, (23), 161-170.
DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_23_13
- Nunes, A. (2000). O risco de incêndio florestal e a prática da pastorícia em 4 concelhos da Serra da Estrela: tentativa de correlação. *Territorium*, (7), 55-64.
DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_7_6
- Quintanilla, V. (2009). Los riesgos de incendios forestales en la zona mediterranea de chile: un caso de perturbacion ambiental permanente. *Territorium*, (16), 147-154.
DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_14
- Rohde, D., Corcoran, J., e Chhetri, P. (2010). Spatial forecasting of residential urban fires: A Bayesian approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(1), 58-69.
- SÃO PAULO (2019). *Instrução Técnica N.º 14/2018*. Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. Corpo de bombeiros militar do estado de São Paulo.
- Sapp, A. D., e Huff, T. G. (1995). *Arson-homicides: Findings from a national study*. US Department of Justice, Federal Bureau of Investigation.
- Stahura, J. M., e Hollinger, R. C. (1988). A routine activities approach to suburban arson rates. *Sociological Spectrum*, 8(4), 349-369.
- Sufianto, H., e Green, A. R. (2012). Urban fire situation in Indonesia. *Fire technology*, 48(2), 367-387.
- Taridala, S., Yudono, A., Ramli, M. I., AkiL, A. (2016). Expert System Development for Urban Fire Hazard Assessment. Study Case: Kendari City, Indonesia. In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*.
- Vieira, A., Gonçalves, A. B., Lourenço, L., Martins, C. O., e Leite, F. F. (2009). Risco de incêndio florestal em áreas de interface urbano-rural: o exemplo do Ave. *Territorium*, (16), 139-146.
DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_13

(Página deixada propositadamente em branco)

**RISCO ASSOCIADO AO TRANSPORTE METROFERROVIÁRIO URBANO:
ESTUDO NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL***

RISK ASSOCIATED WITH URBAN METRO RAILWAY TRANSPORT:
STUDY IN THE METROPOLITAN REGION OF NATAL, RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

Samara Sayonra Cândida da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais (Brasil)
ORCID 0000-0002-6884-7860 samarasayo@gmail.com

Lutiane Queiroz de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil)
ORCID 0000-0002-6604-5987 lutianealmeida@hotmail.com

RESUMO

O transporte de passageiros sobre trilhos faz parte do cotidiano brasileiro desde o século XIX, no entanto a dimensão geográfica no que concerne à análise dos riscos associados a este modal ainda é pouco explorada. O Estado do Rio Grande do Norte, localizado no Nordeste do Brasil, possui um trecho ativo de via férrea correspondente a 56,2 quilômetros de extensão, grande parte em interação com áreas urbanas e de fluxo intenso de pessoas, fato que suscita várias problemáticas socioespaciais, entre elas a do risco de acidentes envolvendo as locomotivas durante sua circulação. Diante desta realidade, o presente estudo teve como objetivo investigar os padrões espaciais associados aos acidentes metroferroviários na região metropolitana de Natal, sob um olhar geográfico e estatístico, com o intuito de discutir a noção de risco associado a este modal, além de quantificar e espacializar os acidentes. Através da espacialização do fenômeno e posterior análise, chegou-se à conclusão que as áreas com maior fluxo de pessoas e veículos em circulação sobre a via férrea (como as passagens de nível), somado a outras circunstâncias espaciais, são fatores determinantes para a efetivação dos acidentes no território dominado pelo modal ferroviário.

Palavras-chave: Risco, acidentes, transporte, trem.

ABSTRACT

The transport of passengers on rails has been part of Brazilian daily life since the 19th century, however, the geographic dimension regarding the analysis of the risks associated with this mode of transport is still little explored. The State of Rio Grande do Norte has an active stretch of railway 56.2 kilometres in length, largely interacting with urban areas and coping with an intense flow of people, a fact that raises several socio-spatial problems, one of which is the risk of accidents involving the locomotives in motion. In view of this, the main objective of this study was to investigate the spatial patterns associated with metro-rail accidents in the metropolitan region of Natal, from a geographic and statistical angle. The purpose was to discuss the notion of risk associated with this mode of transport and to quantify and spatialize accidents. The analysis and spatialization of the phenomenon led to the conclusion that areas with greater flows of people and more vehicles in circulation on the railway (like level crossings), along with other spatial circumstances, are determining factors in the occurrence of accidents in this territory dominated by the railway.

Keywords: Risk, accidents, transport, train.

* O texto deste artigo foi submetido em 13-07-2018, sujeito a revisão por pares a 10-10-2018 e aceite para publicação em 25-03-2019.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Em vários países, nas últimas três décadas, o uso de trens para o transporte de passageiros intensificou-se, fato justificado por elementos como a rapidez, segurança, economia e redução de impactos negativos ao meio ambiente. No Brasil, o transporte ferroviário de passageiros sofreu forte declínio estando muito próximo da extinção, ao ser substituído por frotas baseadas no uso rodoviário, como os ônibus. O transporte de pessoas através de trilhos no país é atualmente responsável pela locomoção de em média 2,91 bilhões de passageiros por ano, possuindo uma malha de 1.034 quilômetros de linhas ativas (ANPTrilhos, 2017). No Estado do Rio Grande do Norte essa modalidade de transporte resume-se a um sistema de trens metropolitanos (fig. 1), integrado por duas linhas: a Linha Norte, que interliga os municípios de Natal, Extremoz e Ceará-Mirim e a Linha Sul que conecta a capital do estado à Parnamirim. O modal possui o total de 56,2 quilômetros de extensão, sendo 38,5 km correspondentes à Linha Norte, e 17,7 km à Linha Sul, que transportam em média 12 mil passageiros ao dia, sendo atualmente administrado pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), através da Superintendência de Trens Urbanos de Natal.



Fig. 1 - Mapa de localização das Linhas Norte e Sul, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil (Fonte: dos dados cartográficos: IBGE).

Fig.1 - Location map North and South Lines, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil (Cartographic data source: IBGE).

O dia a dia nas cidades gera um somatório de processos que por muitas vezes oferecem riscos à natureza e à sociedade. O risco de acidentes na via férrea, aqui apresentado, pode ser caracterizado como risco tecnológico, estando ligado diretamente à vulnerabilidade da população que é associada à exposição à linha de passagem do trem, ainda não existindo uma categorização específica para o risco de acidentes atrelado ao transporte ferroviário de passageiros. A presença de moradias e ocupações nas proximidades dos eixos ferroviários, somada ao fluxo constante de pessoas nas áreas cortadas pelos trilhos, alertam para a problemática dos acidentes que ocorrem ao longo da via férrea, fazendo do trem em sua passagem, uma ameaça, constituindo-se como fator risco para a sociedade. A base teórico-prática do conceito de risco associado ao transporte ferroviário de passageiros ainda é pouco explorada, tornando-se difícil defini-lo de forma linear. Diante disto, verifica-se que a investigação dos conceitos ligados ao fenômeno dos acidentes ferroviários, além da identificação dos pontos que apresentam maior criticidade com relação aos mesmos na região metropolitana de Natal-RN é de suma importância para orientar a gestão e implementação de políticas públicas que busquem a minimização dos riscos ao longo da via férrea.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar o risco de acidentes associado à passagem dos trens em ambiente urbano, sob um olhar geográfico e estatístico, com o intuito de discutir os conceitos atrelados à noção de risco associada a este modal, além de quantificar e espacializar os acidentes. Para isso, temos como objetivos específicos iniciar uma discussão teórica acerca do risco associado ao transporte ferroviário de passageiros, partindo para a execução de um estudo de caso nas Linhas Nortes e Sul (Natal/RN) baseado nas ocorrências (acidentes) já registradas, por meio do qual poderemos identificar os pontos mais críticos com relação à espacialidade dos acidentes, reconhecer os principais fatores condicionantes e os padrões relacionados aos eventos, para assim, dispor de uma avaliação espacial, ligada a localização dos fenômenos, que poderá servir como guia relacionado com intervenções que busquem a minimização dos atuais índices.

A noção de risco no transporte ferroviário de passageiros

De acordo com Fernandes (2016), a caracterização e identificação das redes de transporte e suas dinâmicas são elementos centrais para as discussões contemporâneas e para o planejamento e gestão adequados de modos/ infraestruturas de transportes, devendo existir uma percepção geográfica dos riscos relacionados a estes.

O risco associado ao transporte ferroviário de passageiros ainda é um assunto pouco discutido no âmbito acadêmico. Neste contexto torna-se difícil definir

de maneira clara o conceito de risco associado a este, principalmente na categoria de passageiros, já que os poucos estudos existentes são relacionados ao deslocamento de cargas por meio dos trilhos. Considerando diferentes abordagens, se pode definir o risco associado ao transporte ferroviário como as “[...] *probabilidades de ocorrência de um processo/ação perigoso (acidente ferroviário) e a respectiva estimativa das suas consequências*” (Fernandes, 2016, p. 15).

Tratando-se da natureza dos acidentes metroferroviários, estes são definidos pela NBR 15868, da ABNT (2010) em explosão, incêndio, abalroamento, atropelamento e descarrilamento (sem tombamento ou com tombamento total ou parcial). No presente estudo trataremos apenas dos três últimos, adicionando o lançamento de pedras contra as composições ferroviárias, pois não existem registros de incêndios ou explosões no período analisado.

O abalroamento pode ser entendido como a “[...] *colisão de veículos ferroviários ou trens, circulando ou manobrando, com qualquer obstáculo*”, já o atropelamento configura-se como o “[...] *acidente que ocorre com um trem ou veículo ferroviário com pessoas e/ou animais, provocando lesão ou morte*” e o descarrilamento é quando “[...] *uma ou mais rodas do veículo ferroviário saltam do trilho*” (ABNT NBR 15868:2010).

Para a análise do risco, e dos acidentes propriamente ditos, a dimensão geográfica e/ou territorial é essencial, pois é através dela que poderão ser identificados os fatores e causas dos ocorridos, além de suas dimensões. Se, por um lado, em contexto de catástrofe ferroviária, se podem identificar várias condições/causas de índole técnica (que podem ser comuns a diferentes contextos espaciais e, até, a outros modos de transporte), por outro, surgem elementos que têm correlação com condições de ordem territorial e humana.

“Tendo presente diferentes fatores geográficos de contexto (antrópicos e/ou naturais dependendo do quadro territorial em causa), realidades socioeconômicas e demográficas, bem como dinâmicas intrínsecas aos níveis tecnológicos dos atores envolvidos, podem ser identificadas diferentes percepções deste risco e diversas traduções em cenário de acidente” (Fernandes, 2016, p. 15).

Aqui não se pretende realizar uma análise da dimensão técnica que envolve os acidentes, mas sim, uma abordagem estatística e geográfica que permitirá uma leitura espacial referente ao risco, identificando a que condições e variáveis está relacionado, especificamente, no universo de acidentes no transporte ferroviário de passageiros ocorridos de janeiro de 2013 a setembro de 2017 no trecho correspondente a Linha Sul (Natal - Parnamirim) e na Linha Norte (Natal - Extremoz - Ceará-Mirim).

Metodologia

Para se cumprir os objetivos do trabalho, o ponto de partida foi a execução de uma revisão bibliográfica a respeito do tema em estudo (transporte urbano sobre trilhos e o risco de acidentes na via férrea), a partir do qual foi possível examinar de forma sucinta o histórico das ferrovias no Brasil e no Rio Grande do Norte, procurando o embasamento teórico e metodológico necessário a respeito do tema central do trabalho, o risco, mais especificamente o risco associado a ocorrência de acidentes na via férrea. A base metodológica utilizada é a proposta por Adams (1995), atribuída à escola ortodoxa de avaliação de risco, na qual o método mais utilizado para a avaliação de riscos é relacionado a uma medida indireta que faz de referência aos resultados (ocorrências), tratando as estatísticas de acidentes como medidas objetivas de risco.

“A escola ortodoxa de avaliação de risco seria uma das principais correntes de avaliação de risco, que Adams intitula de objetivista ou kelvinista, termo com origem no trabalho de Lord Kelvin, a partir de sua máxima de que tudo pode ser medido: ‘anything that exists, exists in some quantity and can therefore be measured’ (Beer, 1967 apud Adams, 1995). Esta corrente utiliza métodos estatísticos, medindo o risco a partir de registros de casos, ou seja, de reais acidentes” (Castro et al., 2005, p. 24).

A pesquisa pode ser delineada, quanto aos seus objetivos, como descritiva, pois busca através da análise de fenômenos que se dão no espaço geográfico (os acidentes) investigar suas causas e padrões utilizando-se da abordagem qualitativa através da observação documental e *in loco* do trecho discutido, e quantitativa por meio do uso de representações gráficas e apresentação de índices relacionados aos acidentes ocorridos na via férrea no período estudado, compreendido entre janeiro de 2013 a setembro do ano de 2017. A área de aplicação da pesquisa é referente a toda a extensão da via férrea (56,2 km), abrangendo as Linhas Norte (Natal/Extremoz/Ceará-Mirim) e a Linha Sul (Natal/Parnamirim).

Levando-se em consideração o método proposto por Adams (1995), no qual as ocorrências são utilizadas como medidas objetivas de risco, foram consultados os processos (Boletins de Ocorrência) referentes aos acidentes registrados na via férrea, a partir do ano de 2013 até os dados do mês de setembro de 2017, extraindo os dados sobre: natureza das ocorrências (abalroamento, atropelamento, descarrilamento, lançamento de pedras e atropelamento de animais); data; horário; local do ocorrido; coordenadas; quantidade de vítimas; sexo da vítima; outro envolvido; linha; período do dia; período do ano; dia da semana; passagem de nível, que

permitiram a alimentação de uma planilha no software Microsoft Excel. As variáveis analisadas serviram como base para as etapas seguintes do trabalho, permitindo a identificação de um panorama geral a respeito dos acidentes no período estudado.

A classificação da natureza dos ocorridos pode ser compreendida a partir das nomenclaturas descritas nos processos (boletins de ocorrência) baseando-se na NR 15.8688/ABNT (2010). Para a espacialização dos dados contidos na planilha, o primeiro passo foi a obtenção das coordenadas geográficas dos locais das ocorrências, para isso utilizou-se a descrição de local contida nos Boletins de Ocorrência, que indicam através da quilometragem da linha férrea os pontos exatos dos incidentes. Nesta etapa foi utilizado o *software Google Earth Pro* com o uso dos seguintes procedimentos: “mostrar régua”; aba “caminho” e localização do ponto exato do ocorrido através do quilômetro e metragem indicados nos processos. Após a localização do local exato do acidente foi utilizada a ferramenta “adicionar marcador”, e por fim utilizou-se a opção “salvar” para registrar o ponto com a indicação do ano/número do ocorrido no formato kmz. Em seguida, foi feita a transferência dos pontos em formato kmz para o *software* de geoprocessamento, Quantum GIS versão 2.18, no qual foi possível sua transformação para o formato shapefile, o que permitiu a geração dos mapas temáticos, que possibilitam a visualização da localização dos acidentes, nos período em questão. Dentre os mapas foram utilizados os métodos de representação gráfica em pontos e por concentração, neste último utilizou-se a metodologia de *Kernel*, que consiste na apresentação de curvas de densidade a partir dos pontos do mapa, permitindo a visualização dos pontos a partir da concentração dos casos. Para a captura dos padrões das ocorrências, foram gerados gráficos a partir da planilha base, através da qual ainda buscou-se analisar os dados relacionados com a natureza dos acidentes, período do ano (mês), dia da semana, período do dia (horário), local do ocorrido, sexo e quantidade das vítimas, outros envolvidos (veículos de passeio, pedestres, motocicletas, etc.). Com a obtenção dos dados citados, ainda pôde-se quantificar os ocorridos ao longo da via férrea, no espaço-tempo mencionado, além da verificação e espacialização dos vários padrões. Após a verificação dos padrões referentes aos pontos com maiores concentrações de acidentes, constatou-se que as áreas de cruzamento, as passagens de nível, necessitavam de uma classificação relativa ao risco de acidentes, e por conseguinte, utilizando-se as ocorrências já registradas nos cinco anos em estudo, em PN onde já ocorreram acidentes, foi calculado o Fator Ponderado de Acidentes, que consiste na determinação de valores, através de cálculos que levam em conta o total de acidentes com feridos, o total de acidentes

com vítimas fatais e o total de acidentes com danos materiais, no período de cinco anos, atribuindo pesos a cada tipo de incidente. Os resultados foram comparados com os considerados típicos, para a tipologia de via rodoviária em que a PN está inserida, para assim definir a criticidade do cruzamento em questão. A partir da observação dos mapas referentes aos pontos de ocorrência dos acidentes ferroviários, pôde-se observar os locais com maior incidência destes, como também associá-los aos fatores espaciais envolvidos (como a presença de curvas e cruzamentos), que aliados a visitas *in loco* e diálogo com os membros da Comissão de Acidentes da CBTU e moradores do entorno da área estudada, foi possível levantar os principais fatores que influem na repetição dos acidentes nestes locais, traçando os seus padrões espaciais e temporais.

Estudo de caso: apresentação dos padrões espaciais dos acidentes ferroviários na região metropolitana de Natal, Brasil de 2013 a 2017

Diariamente (de segunda à sábado, pois aos domingos não há funcionamento) os trens fazem o total de 31 viagens, sendo 14 no trecho referente à Linha Norte e 17 na Linha Sul, isto contabilizando os percursos de ida e volta. Dentro desse contexto, os acidentes, no período em estudo, estão distribuídos de maneira quase equilibrada entre as duas Linhas, nas quais foram registradas 84 ocorrências. Apesar de concentrar a minoria das viagens, a Linha Norte é a que possui maior extensão - 38 quilômetros - agrupando um total de 44 ocorrências (52%), enquanto no trecho Sul foram registradas 40 (48%), juntando-se as duas Linhas, os acidentes em maior parte estão relacionados aos abalroamentos, que concentram 70% (59) das ocorrências registradas, seguido pelos atropelamentos de pessoas e animais (27% - 22 casos). Os outros 2% e 1% referem-se, respectivamente, aos descarrilamentos (2 casos) e ao lançamento de pedras nos trens (1 caso) (fig. 2 e QUADRO I).

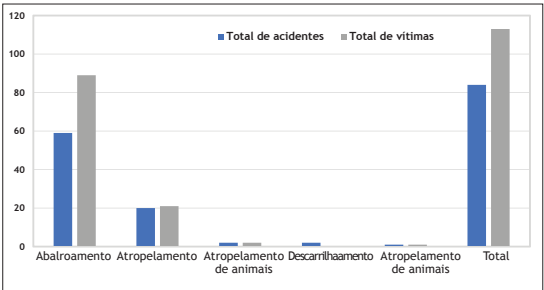


Fig. 2 - Total de acidentes/vítimas, no período de 2013-2017
(Fonte: Boletins de Ocorrência de acidentes metroferroviários CBTU/NATAL 2013 a 2017).

Fig. 2 - Total number of accidents/victims, between 2013 and 2017
(Source: Police Reports of metro-railway accidents CBTU/NATAL 2013 to 2017).

QUADRO I - Quantidade de ocorrências por tipo.

TABLE I - Number of occurrences by type.

Ocorrência	Quantidade de casos (%)
Abalroamento	70
Atropelamento	24
Atropelamento animal	3
Descarrilamento	2
Lançamento de pedras	1

O abalroamento é o tipo de ocorrência responsável pelo maior número de vítimas com um total de 89 pessoas envolvidas, das quais 5 de maneira fatal, que em sua maioria são condutores ou passageiros dos veículos nos quais o trem abalroa, e na maior parte dos casos ocorrem nas passagens de nível (área de cruzamento entre a linha férrea e a rodovia). As ocorrências relacionadas a atropelamentos vitimaram 21 pessoas, 5 de forma fatal, em sua maioria pedestres, sendo somente um caso com envolvimento de motociclista. O atropelamento envolvendo animais também é um fato frequente, pois é recorrente a circulação destes nas áreas próximas aos trilhos, além de ser comum encontrá-los amarrados aos trilhos, mas para fins de registro somente são considerados os casos que ocasionem algum dano na composição ferroviária ou os que sejam fruto de queixa por parte da população. Os descarrilamentos tem sua causa ligada geralmente a fatores técnicos, e nos registros verificados (2 casos) não deixaram vítimas. O lançamento de pedras e artefatos nos trens em movimento é um dos fatos que ocorre com frequência, podendo-se verificar que as composições ferroviárias, até mesmo as mais recentemente adquiridas como os VLTs, estão danificadas por esse ato de vandalismo potencialmente perigoso, praticado na maioria dos casos por crianças e adolescentes que não são orientados a respeito da dimensão deste ato, que não somente gera gastos aos cofres públicos com a reparação dos veículos, mas também pode ferir gravemente os passageiros do trem, porém somente um caso foi registrado oficialmente, apesar de existirem relatos extra oficiais de mais casos. Nos anos estudados foram registrados 84 acidentes ferroviários que vitimaram o total de 113 pessoas, sendo 10 de forma fatal.

Os acidentes ferroviários são considerados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres como a “Ocorrência que, com a participação direta de veículo ferroviário, provoca danos a este, a instalação fixa, a pessoa, animal e/ou outro veículo, etc.” (ANTT, 2008, p. 279), ou seja, um fato só pode ser configurado como acidente quando implica na interação (choque) do veículo ferroviário com outros elementos do espaço, causando danos a estes, prejuízo ao tráfego e a terceiros envolvidos.

No tocante aos outros envolvidos nas ocorrências, estes geralmente estão relacionados a carros de passeio, motocicletas, pedestres, animais, ônibus, caminhões e também aos passageiros do trem. Verifica-se que a maioria dos acidentes registrados possuem como elemento alheio ao trem os carros de passeio, que representam mais da metade (51%) dos envolvidos nas ocorrências, seguido pelos pedestres (29%), as motocicletas (7%), 4% referem-se à aqueles que em que não existem outros envolvidos, associados aos descarrilhamentos (fig. 3). Os 9% restante estão relacionados com ônibus, caminhões e aos passageiros do trem.

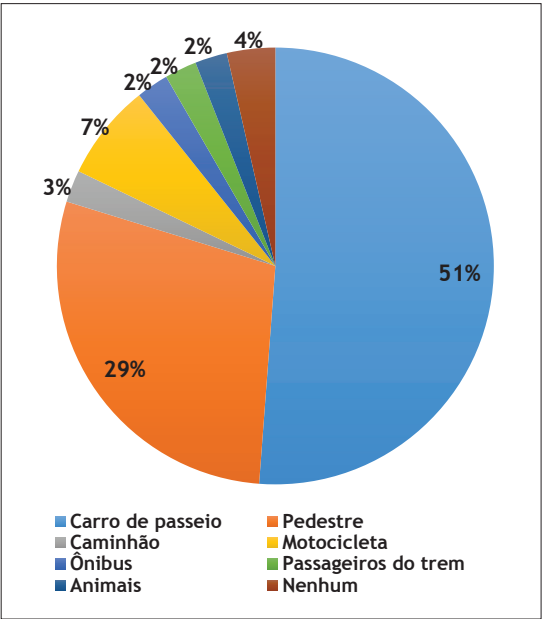


Fig. 3 - Percentagem de envolvidos nos acidentes ferroviários (Fonte: Boletins de Ocorrência de acidentes metroferroviários CBTU/NATAL 2013 a 2017).

Fig. 3 - Percentage of parties involved in railway accidents (Source: Police Reports of metro-railway accidents CBTU/NATAL 2013 to 2017).

Além dos fatores relacionados à tipologia das ocorrências e aos outros envolvidos nos acidentes, também foram levantadas as condições espaciais, no que confere a localização dos fenômenos, sendo esta uma variável de relevância, pois a partir de sua verificação pode se inferir os fatores ambientais que contribuem para o ocorrências.

A distribuição espacial dos acidentes metroferroviários na região estudada, no período em questão (fig. 4), e em conjunto com a concentração dos acidentes (fig. 5) possibilitou a análise de cada acidente, levando-se em consideração os fatores e características espaciais que levaram à ocorrência dos fenômenos, assim permitindo captar os principais padrões que potencializam o risco de efetivação de acidentes no território dominado pela ferrovia.

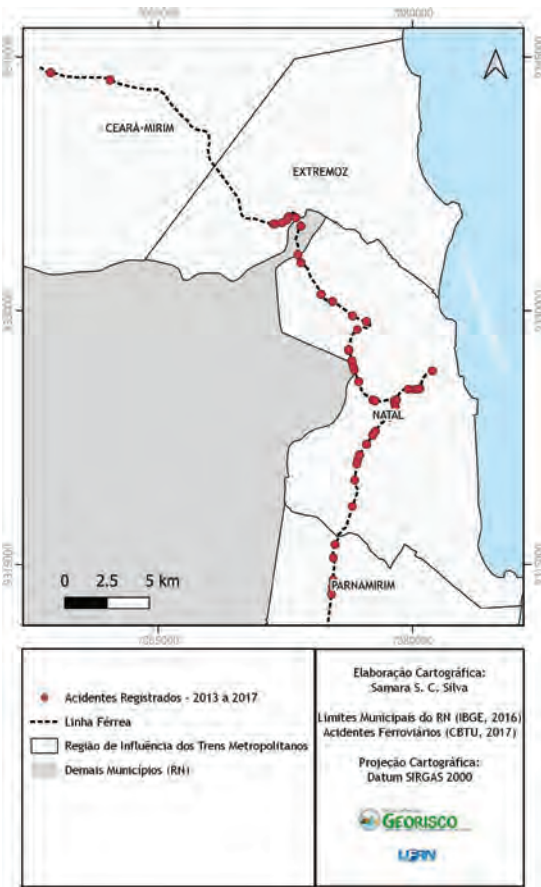


Fig. 4 - Mapa de distribuição espacial dos acidentes
(Fonte dos dados cartográficos: IBGE; CBTU/Natal).

Fig. 4 - Spatial distribution of accidents
(Cartographic data source: IBGE, CBTU/Natal).

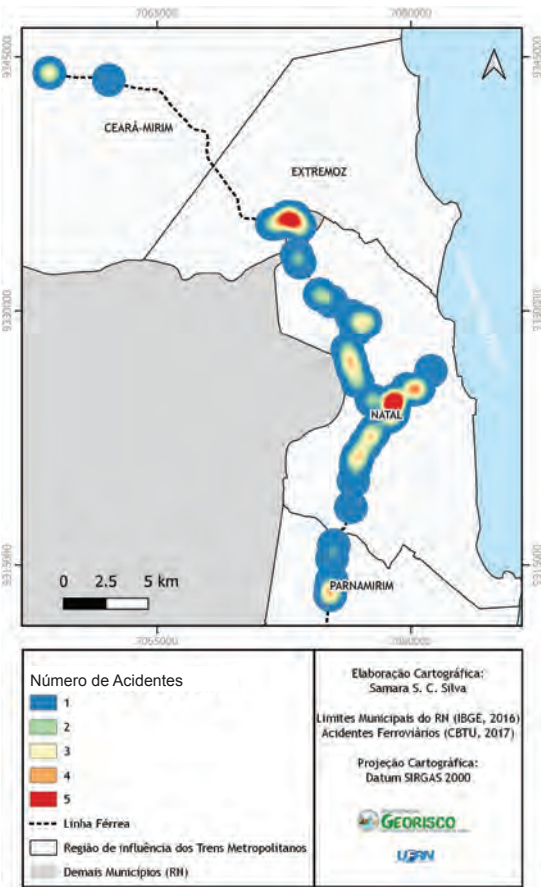


Fig. 5 - Concentração espacial dos acidentes
(Fonte dos dados cartográficos: IBGE; CBTU/Natal).

Fig. 5 - Spatial concentration of accidents
(Cartographic data source: IBGE, CBTU/Natal).

Identificou-se que a maioria dos acidentes ocorridos na via férrea, estão concentrados em áreas de intenso fluxo de pessoas e veículos, como as passagens de nível e nas áreas de curva dos trilhos, sendo estas duas variáveis espaciais, apontadas como de maior susceptibilidade ao risco de acidentes.

As passagens de nível (PN), pontos de cruzamento entre os modais rodoviário e ferroviários, são cenários frequente dos acidentes, agrupando 45 (53,5%) das 84 ocorrências totais. Atualmente existem um total de 42 passagens de níveis oficializadas (22 na Linha Norte e 20 na Linha Sul) pela empresa gestora dos trilhos (CBTU), e cerca de 15 clandestinas foram identificadas (12 na Linha Norte e 3 na Linha Sul). As oficializadas apesar de possuírem a sinalização preconizada pela Lei (cancela e placa de aviso de aproximação) chegam a concentrar 42 do total de acidentes (TABELA I). A principal causa atribuída aos acidentes nestes pontos, são a desatenção dos pedestres e motoristas ao cruzar as PN, além do desrespeito às regras contidas no Código de Trânsito Brasileiro que, no artigo 212, prevê, como infração

gravíssima, a conduta de deixar de imobilizar o veículo antes de transpor linha férrea, relacionando-se à norma geral de circulação e conduta, que no artigo 29 do CTB, inciso XII, dispõe que os veículos que se deslocam sobre trilhos terão preferência de passagem sobre os demais (BRASIL, 1997)

Os parâmetros que afetam a segurança nas passagens de nível, de acordo com Carmo, Campos e Guimarães (2007), estão relacionados ao tipo de rodovia, seu número de faixas, condições de pavimento, ao volume do tráfego rodoviário, fluxo de pedestres, velocidade máxima autorizada na rodovia, iluminação, distância de visibilidade de parada dos veículos, número de linhas, volume de tráfego ferroviário, histórico de acidentes e condições da rampa de ligação rododferroviária.

Carmo, Campos e Guimarães (2007), ainda reforçam que as características físicas da área onde a passagem de nível (PN) se encontra (rural ou urbana), assim como aspectos operacionais do tráfego ferroviário e rodoviário existentes no local, influenciam a ocorrência de situações de risco e, consequentemente, de possíveis acidentes.

TABELA I - Ocorrências nas Passagens de Nível (2013 - 2017).

TABLE I - Occurrences on level crossings (2013 - 2017).

Natureza	Data	Tipo	PN
Abalroamento	01/04/2013	Oficial	Santa Catarina
Abalroamento	05/04/2013	Oficial	Giselda Trigueiro
Abalroamento	08/04/2013	Clandestina	
Abalroamento	24/04/2013	Oficial	Novo Gás
Abalroamento	26/04/2013	Oficial	Santa Catarina
Abalroamento	23/07/2013	Oficial	Miguel Castro
Abalroamento	08/06/2013	Oficial	Portal das Dunas
Abalroamento	10/07/2013	Oficial	Bernardo Vieira
Abalroamento	17/08/2013	Oficial	Beira Rio
Abalroamento	06/05/2013	Clandestina	
Abalroamento	08/05/2014	Oficial	Extremoz I
Abalroamento	26/08/2014	Oficial	Novo Gás
Abalroamento	04/02/2014	Oficial	Estrela do Mar
Abalroamento	28/08/2014	Oficial	Usina IV
Abalroamento	09/10/2014	Oficial	Bernardo Vieira
Abalroamento	05/08/2014	Oficial	Estrela do Mar
Abalroamento	24/03/2014	Oficial	Forno do Lixo
Abalroamento	23/09/2014	Oficial	Usina IV
Abalroamento	27/05/2014	Oficial	Aeroporto
Abalroamento	06/08/2014	Oficial	Mor Gouveia
Abalroamento	08/07/2014	Oficial	Aeroporto
Abalroamento	27/05/2014	Oficial	Aeroporto
Abalroamento	20/01/2014	Oficial	Baraúnas
Atropelamento	13/01/2014	Oficial	Aeroporto
Abalroamento	03/09/2015	Oficial	Assis Brasil
Abalroamento	28/09/2015	Oficial	Santa Helena
Atropelamento	08/01/2015	Clandestina	
Abalroamento	23/05/2015	Oficial	Soledade I
Abalroamento	28/07/2015	Oficial	Lima e Silva
Abalroamento	14/04/2015	Oficial	Estrela do Mar
Atropelamento	01/09/2015	Oficial	Estrela do Mar
Abalroamento	16/10/2016	Oficial	Mor Gouveia
Abalroamento	01/12/2016	Oficial	Santa Catarina
Abalroamento	11/12/2016	Oficial	Lagoa de Extremoz
Abalroamento	23/05/2016	Oficial	Horto
Abalroamento	21/01/2016	Oficial	Usina IV
Abalroamento	01/02/2016	Oficial	Lagoa de Extremoz
Abalroamento	28/09/2017	Oficial	Nova Natal
Abalroamento	11/09/2017	Oficial	Miguel Castro
Abalroamento	31/07/2017	Oficial	Pitimbu
Abalroamento	20/08/2017	Oficial	Portal das Dunas
Atropelamento	30/06/2017	Oficial	Horto
Atropelamento	05/05/2017	Oficial	Forno do Lixo
Abalroamento	15/04/2017	Oficial	Forno do Lixo
Abalroamento	03/01/2017	Oficial	Usina IV

“Existem vários tipos de proteção a serem utilizadas em cruzamentos rodoferroviários e para defini-los é importante identificar os fatores que podem trazer riscos às passagens de nível. Estes fatores são utilizados para análise, avaliação e definição do tipo de proteção adequada para minimizar este risco, fazendo o correto gerenciamento das passagens de nível, estabelecendo níveis de segurança adequados” (Carmo et al., 2007, p. 2).

Para se avaliar o risco de acidentes inerentes a cada passagem de nível são adotados procedimentos metodológicos baseados em cálculos definidos pelo Manual de Cruzamentos Rodoferroviários (Denatran, 1987), são eles: o grau de importância (Gi), especificado pela norma brasileira NB 1238 (1989), o Momento de Circulação definido pela NB 666 (1989) e o Fator Ponderado de Acidentes (FPA), definido pela NB 1239.

No presente estudo escolheu-se aplicar o FPA na área em questão, pela disponibilidade dos dados disponíveis. O FPA que leva em consideração variáveis como o número de acidentes com mortos, feridos e danos materiais em um período de 5 anos, nas passagens de nível que registraram acidentes no trecho ferroviário estudado obteve-se o seguinte resultado (TABELA II).

TABELA II - Resultado do Fator Ponderado de Acidentes por passagem de nível (Linhas Norte e Sul).

TABLE II - Result of the Accident Weighting Factor by level crossing (North and South Lines).

PN	FPA ($FPA5 = 9,5M^{*} + 3,5F^{**} + D^{***}$)
Bernardo Vieira	27
Estrela do Mar	26,5
Clandestina Sul (Próxima a PN Aeroporto)	18,5
Aeroporto	18
Usina I	17
Lima e Silva	14
Promorar	9
Mor Gouveia	9
Miguel Castro	9
Novo Gás	8
Santa Catarina	6,5
Lagoa de Extremoz	5,5
Soledade	4,5
Santa Helena	4,5
Nova Natal	4,5
Horto	4,5
Baraúnas	4,5
Assis Brasil	4,5
Extremoz	3,5
Clandestina Norte (ocidental de baixo)	3,5
Portal das dunas	2
Pitimbu	1
Giselda Trigueiro	1
Beira Rio	1

*M = Número de acidentes com mortos, em cinco anos.

**F = Número de acidentes com feridos, em cinco anos.

***D = Número de acidentes com apenas danos materiais, em cinco anos.

Após a avaliação dos FPA obtido em cada passagem de nível que registrou acidentes, e o confronto com os valores considerados típicos, de acordo com a tipologia da via rodoviária em que o cruzamento está inserido, constatou-se que as PN Aeroporto, Bernardo Vieira, Estrela do Mar e Usina I têm o Fator Ponderado de Acidente acima dos valores considerados típicos (TABELA III), desta forma, estas requerem maior atenção e prudência por parte dos motoristas e maquinistas, além de reforço que diz respeito à sinalização e estruturação dos trechos.

TABELA III - Valores típicos do Fator Ponderado de Acidentes.
TABLE III - Typical values of the Accident Weighting Factor.

		FPA
Áreas Urbanas	Vias Expressas	20
	Vias Arteriais	17
	Via Coletoras	14
	Vias Locais	10
Áreas Rurais	Vias de Classe 0	15
	Vias de Classe I	13
	Vias de Classe II	10
	Vias de Classe III	7
	Vias de Classe IV	5

Fonte/Source: Carmo et al., 2007.

100

Com relação às áreas de curva, atribui-se como principal fator condicionante para a efetivação dos acidentes a pouca visibilidade provocada pelo movimento de curva, o que aumenta consideravelmente o perigo nestas áreas, já que a visualização do trecho se faz essencial para que se evitem os ocorridos.

Conclusão

O presente estudo teve como objetivo principal a sistematização da noção de risco associada ao transporte ferroviário de passageiros, partindo especificamente da discussão acerca dos acidentes que envolvem as composições ferroviárias, a partir dos quais foi realizada uma leitura conceitual, estatística e geográfica associada aos fatos (ocorrências) já registrados, que possibilitaram a compreensão dos padrões e variáveis espaciais envolvidos na concretização do fenômeno sobre o território.

Em primeiro lugar, se faz necessário o entendimento que o trem pode ser considerado um fator de risco a partir da eminente ameaça à vida humana que este apresenta em sua passagem sobre os trilhos, principalmente em locais próximos a ocupações e que possuem considerável fluxo de pessoas, como as áreas urbanas de Natal, Ceará-Mirim, Extremoz e Parnamirim, atravessadas pela via férrea permanente na atualidade. Os veículos em operação, no período em estudo, são em sua grande parte os Veículos Leves Sobre Trilhos (VLT), que são modernos trens de superfície, que podem atingir até 100 quilômetros por hora, mas na área em estudo, pela inserção em meio de circulação urbana e proximidade às residências e ocupações, a velocidade máxima atingida é de 30 km/h.

Dessa maneira, revelamos aqui, através da espacialização dos acidentes que ocorreram de janeiro do ano de 2013 ao mês de setembro do presente ano, nas Linhas Norte e Sul (56,2 km de extensão), que as áreas com maiores concentrações populacionais e com considerável fluxo

de pessoas, como já esperado, são as que retêm a maior parte das ocorrências, destacando-se as áreas de cruzamento rodoferroviário, as passagens de nível.

As passagens de nível, de acordo com os registros consultados (Boletins de Ocorrência) concentram 53,5 % dos acidentes metroferroviários, sendo assim consideradas áreas críticas. Após a aplicação do cálculo referente ao Fator Ponderado de Acidentes, constatou-se que as PN Aeroporto, Bernardo Vieira (Linha Sul), Estrela do Mar e Usina I (Linha Norte) apresentam FPA acima do considerado típico para a tipologia da via em que estão inseridas, desta forma, necessitam de medidas para minimizar os índices atuais e evitar acidentes nestes pontos. Tratando-se das medidas para se evitar ou minimizar os atuais índices de acidentes, relacionados as passagens de nível, na área estudada, podemos elencar a partir da bibliografia consultada, algumas variáveis, que necessitam de atenção por parte dos entes gestores, são elas: o limite de influência das áreas de PN, que conforme a NBR 15.680 (ABNT), não pode ultrapassar 500 metros de extensão quando destinada à pedestres e 1500 metros quando reservada ao trânsito de veículos e animais; a tipologia da via em que o cruzamento está inserido, podendo ser coletoras, arteriais, locais ou de trânsito rápido, neste último caso é proibida a existência de PN. O combate e fiscalização às passagens de nível clandestinas também se mostra uma medida pertinente, pois estas além de não seguirem nenhum parâmetro de segurança, acabam inseridas em áreas impróprias, como no caso da localizada próximo ao viaduto de Parnamirim, na BR 101, via de trânsito rápido, onde não é permitida a instalação de tal estrutura.

Diante dos padrões e variáveis relacionados aos acidentes que ocorrem nas PN, chega-se à conclusão que as análises podem ser aprofundadas sendo feitas de maneira mais minuciosa e aprofundada (não somente baseando-se no número de acidentes), mas observando também fatores relacionados ao fluxo de veículos e trens por dia e condições estruturais da área, que tem maior capacidade de precisar a criticidade destas a partir de cálculos, como o referente ao Momento de Circulação (K).

Outra variável espacial capturada no trabalho como elemento de risco são as áreas de curva dos trilhos, concentrando 17 ocorrências, podendo ser consideradas como pontos de baixa visibilidade para os maquinistas e pedestres, apontando a necessidade de se redobrar a atenção ao circular por essas áreas.

Os dados apresentados aqui comprovam a existência do risco inerente aos acidentes envolvendo o transporte ferroviário em sua passagem pelos trilhos, tendo, nos 57 meses analisados vitimado 113 pessoas, das quais 10 de forma fatal, além de causar variados transtornos relativos à mobilidade.

Diante da realidade aqui exposta, a prevenção aos acidentes é o ponto de partida para reverter o quadro atual, esta que pode ser feita através de campanhas intensivas e constantes de conscientização sobre os perigos relacionados a circulação do trem, pois a partir do momento que a população adquire a consciência dos riscos a que está exposta, torna-se menos vulnerável a estes e minimiza as chances de ocorrerem acidentes. Outra medida preventiva essencial está relacionada a observância das leis e regulamentos que versam sobre as questões técnicas e estruturais (sobre a via permanente e os trens). A respeito da sinalização ao longo da via férrea se faz estritamente necessário o cumprimento as regras em vigor atualmente para cada trecho e cruzamento rodoferroviário, observamos também a necessidade de questionamento da sinalização existente atualmente, pois ainda restam dúvidas se somente o uso de cancelas (muitas vezes inexistentes na área em estudo), sinais visuais e luminosos são adequados para alertar o momento de passagem das locomotivas, tendo-se em vista que muitos usuários entendem o tipo de sinalização utilizada como ineficiente, requerendo muito mais atenção daqueles que cruzam os trilhos.

O presente trabalho nasce de uma intenção embrionária de entender a relação da via férrea com áreas urbanas utilizando a noção de risco como categoria de análise, com foco específico nos acidentes já efetivados sobre o território em questão. A metodologia aqui apresentada, apesar de tratar de uma área específica, oferece uma forma de análise capaz de destacar os pontos no espaço que necessitam de intervenções e assim direcionar a construção, revisão e aplicação de políticas que visem minimizar ou eliminar os riscos associados a presença do modal ferroviário em áreas urbanas.

Bibliografia

- Adams, J. (1995). *Risk: the policy implications of risk compensation and plural rationalities*. London, UCL Press.
- Almeida, L. Q. de. (2011). Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia. Mercator, [s.l.], v. 10, n. 23, p.83-99, 26 dez. 2011. *Mercator, Revista de Geografia da UFC*.
- DOI: <http://dx.doi.org/10.4215/rm2011.1023.0007>

- AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT (BRASIL) (Org.) (2008). *Terminologia Básica*. Disponível em: http://appweb2.antt.gov.br/relatorios/ferroviario/concessionarias2008/15_Terminologia_Basica2008.pdf. Acesso em: 01 jul. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NB 1238 (1989). *Determinação do grau de importância da travessia rodoviária através de via férrea*. Norma Brasileira.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NB-1239 (1989). *Determinação do fator ponderado de acidentes de travessia rodoviária em passagem de nível através de via férrea*, Norma Brasileira.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NB-666 (1989). *Via férrea - Travessia rodoviária - Momento de Circulação*, Norma Brasileira.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15868 (2010). *Acidente Ferroviário - Classificação, comunicação e relatório*. Rio de Janeiro: Abnt, 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTILHOS) (2017). *Balanço do Setor Metroferroviário: 2016-2017*. Brasília: Anptilhos, v. 1.
- BRASIL. Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF
- Carmo, R. C. do, Campo, V. B. G., Guimarães, J. E. (2007). *Procedimento para avaliação da segurança de passagens de nível*. Disponível em: <http://transportes.ime.eb.br/etfc/>. Acesso em: 19 out. 2017.
- Castro, C. M. de, Peixoto, M. N. de O., Rio, G. A. P. do (2005). Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações Abordagens e Escalas. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, 11-30.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN) (1987). *Manual de Cruzamentos Rodoferroviários, Coleção Serviços de Engenharia*, 2ª edição, Brasília, DF.
- Fernandes, R. (2016). Abordagem Geográfica dos Riscos Associados ao Transporte Ferroviário: Os Grandes Acidentes Ferroviários no Mundo e em Portugal. *X Encontro Nacional de Riscos e II Jornada Técnica da Federação dos Bombeiros do Distrito de Viseu*.

(Página deixada propositadamente em branco)

DO NARCOTRÁFICO ÀS NARCOMILÍCIAS:
CONFIGURAÇÕES TERRITORIAIS SOBREPOSTAS NA PERIFERIA DE BELÉM*

FROM NARCO-TRAFFICKERS TO NARCO-MILITIAS:
OVERLAPPED TERRITORIAL CONFIGURATIONS ON THE OUTSKIRTS OF BELÉM

Aiala Colares de Oliveira Couto

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação, Departamento de Filosofia e Ciências Humanas (Brasil)
ORCID 0000-0003-1828-7508 aialacouto@uepa.br

RESUMO

Os conflitos territoriais urbanos em Belém vêm, nos últimos anos, reproduzindo uma conjuntura político-territorial, em que a metrópole se encontra sob os efeitos perversos das ações de grupos armados que impõem a lógica da violência urbana. O objetivo deste trabalho é analisar as configurações territoriais sobrepostas que envolvem grupos do narcotráfico e milicianos na periferia de Belém, pois elas refletem a existência de outros poderes não exclusivos do Estado. A metodologia fundamentou-se na revisão da literatura, análise de documentos e pesquisas de campo com observações sistemáticas e entrevistas. O narcotráfico e as milícias fundamentam um cálculo racional que influencia nas ações e no pensamento dos sujeitos que compõem os territórios.

Palavras-chave: Narcotráfico, milícias, territórios.

ABSTRACT

The territorial urban conflicts in Belém in recent years have reproduced a political-territorial scenario, in which the metropolis is suffering the perverse effects of the actions of armed groups that impose the logic of urban violence. The purpose of this paper is to analyse the overlapping territorial configurations that involve groups of narco-traffickers and militias on the outskirts of Belém, since they reflect the existence of other non-exclusive powers of the State. The methodology includes a literature review, analysis of documents, and fieldwork, with systematic observations and interviews. Narco-traffickers and militias underlie a rational calculation that influences the actions and thinking of the individuals who make up the territories.

Keywords: Narco-traffickers, militias, territories.

* O texto deste artigo foi submetido em 12-09-2018, sujeito a revisão por pares a 10-10-2018 e aceite para publicação em 14-01-2019.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O narcotráfico em Belém tornou-se o âmago dos principais conflitos pelo domínio político-econômico dos territórios na periferia. Para se ter o total domínio do mercado da droga é necessário estabelecer a partir do tráfico de drogas a construção de territorialidade, ou seja, o controle de porções do espaço a partir de relações de poder estabelecidas por sujeitos envolvidos nesta atividade ilícita. Por outro lado, mas em um mesmo contexto urbano, os grupos milicianos, principalmente aqueles que tentam a todo o momento tirar proveito do mercado da droga extorquindo traficantes ou até mesmo prestando serviços a alguns deles, precisam também firmar-se territorialmente enquanto estratégia de apropriação das vantagens dessa atividade econômica que se constitui a partir da periferia.

Surgem, nessa conjuntura, divergências territoriais em função da sobreposição de poderes que levam a uma necropolítica, na qual as mortes que ocorrem em Belém com características de execução destacam-se como afirmações de uma ação racional das manifestações do poder ou do necropoder. Ou seja, uma ação que disciplina os territórios e seus sujeitos.

Em razão disso, a periferia da metrópole de Belém passou a sofrer um racismo imposto aos jovens negros e pobres das áreas vulneráveis, os quais sofrem problemas como: assédio constante do tráfico de drogas, violência imposta pelos grupos milicianos e repressão da polícia. Sendo assim, é importante frisar que os mecanismos de segurança pública associam quase sempre a periferia a todo e qualquer tipo de criminalidade, estigmatizando seus moradores e aprofundando mais o preconceito e a discriminação, algo que torna natural a prática do extermínio da juventude. Assim, o lugar de fala do jovem da periferia é substituído pela construção de um discurso que o torna delinquente.

Os jovens da periferia, nesse caso, tornam-se culpados antes mesmo de o crime ocorrer e esse “*apartheid social*” coloca-os em uma condição de sujeitos “matáveis”, sendo a morte justificável, portanto, trata-se, então, de corpos vazios, sem sentidos e significados, confinados num espaço em que o controle-regulação das espécies é necessário para a segurança.

A metodologia utilizou a pesquisa bibliográfica e revisão da literatura, assim como análise de documentos como jornais, registros policiais e relatórios como o da CPI das milícias e grupos de extermínio em Belém, do qual o autor participou na elaboração. Além disso, foram realizados diversos trabalhos de campo com entrevistas diretas com sujeitos do tráfico de drogas, moradores e policiais, observações sistemáticas e registros fotográficos, em que se obteve como resultado a elaboração de mapas temáticos.

Por fim, estas sobreposições territoriais fazem parte das reconfigurações espaciais do narcotráfico visto por outras perspectivas teóricas e empíricas, nas quais se utilizou o termo narcosobreposição dos territórios, definido como: a presença de um território sobre o outro em função do narcotráfico, em que há convergências e divergências de interesses que envolvem os territórios-zona do narcotráfico nos bairros periféricos, as milícias que se apropriam do narcotráfico, tornando-se narcomilícias e reproduzindo lógicas perversas de poder.

A micropolítica na definição de territorialidades do narcotráfico em Belém

Em Belém pode-se atribuir ao tráfico de drogas, dentro de uma perspectiva intraurbana das relações estabelecidas por ele, a criação das condições de territorialidades autônomas que estabelece uma “ordem” e cria suas normas independente da presença do Estado. Contudo, a configuração destas territorialidades que surgem a partir de uma lógica de coerção e medo, caracterizando-se como uma territorialidade perversa, tem uma dependência de uma micropolítica desenvolvida por seus sujeitos, na qual uma figura principal surge como uma liderança que atua na rua, no bairro ou no setor geográfico.

A micropolítica é um termo emprestado de Foucault (1995) e representa um conjunto de relações que se manifestam nas mais variadas estratégias de poder, e que hoje ajudam na compreensão empírica e teórica acerca das redes do narcotráfico na periferia de Belém, considerando, também, as relações macro do crime organizado.

Essas relações são reproduzidas cotidianamente nos bairros periféricos da metrópole de Belém, haja vista que o narcotráfico é intencional na escolha dos bairros que ele considera estratégicos para a configuração de territórios-redes ou territórios-zonas (Haesbaert, 2004). Os territórios-zonas e os territórios-redes definem, assim, elementos que compõem a multiterritorialidade (Haesbaert, 2004), ou seja, são duas formas nas quais os sujeitos do tráfico encontram-se organizados.

Na periferia de Belém encontram-se bairros que fogem dos padrões da “normalidade” ou da “civildade” interpretados pelo Estado e pela elite. São espaços onde, segundo Foucault (2008), a reprodução biológica da espécie torna-se uma ameaça e precisa ser regulada e controlada como garantia da sobrevivência dos outros, ou seja, são nos bairros periféricos que se encontram os “matáveis”, fortalecendo o que Foucault (2008) denominou de sociedade biopolítica, em que a finalidade é de “fazer viver” e “deixai morrer”. Isso seria também uma estratégia de controle do espaço que passa pelo controle da vida e pelo controle do corpo, sobretudo, uma prática de poder direcionada para os mais vulneráveis.

Os mecanismos territorializantes/territorializadores do narcotráfico em Belém definem-se nas mais variadas ações violentas de seus sujeitos. Nesse sentido, para serem compreendidas em sua essência precisou-se de uma análise empírica micro que levou a uma interpretação real do funcionamento macro do narcotráfico na metrópole.

Por isso, constata-se que as relações “micro” e “macro” são complementares e funcionam como uma espécie de regra geral para todos os bairros da periferia de Belém que estão sobre o comando do narcotráfico. É importante, somado a isso, frisar que na medida em que a rede vai ganhando espaço na dinâmica de abastecimento do mercado, nesse caso o mercado da droga, ela vai se sobrepondo sobre as zonas, influenciando-as e estabelecendo comandos de cima para baixo ao impor uma biopolítica ou um biopoder que esconde os verdadeiros “chefões” do tráfico de drogas. Em outras palavras são aqueles que não estão nos espaços dos “matáveis”, mas que têm o controle sobre suas vidas e suas mortes.

Foucault (1995) sugeriu uma abordagem que prossegue em direção a uma nova economia das relações de poder. É mais empírica, mais relacionada diretamente a presente situação e que implica relações mais estreitas entre teoria e prática.

Sendo assim, *“Ela consiste em usar as formas de resistência contra as diferentes formas de poder como um ponto de partida. Para usar uma outra metáfora, ela consiste em usar esta resistência como um catalisador químico de modo a esclarecer as relações de poder, localizar sua posição, descobrir seu ponto de aplicação e os métodos utilizados. Mais do que analisar o poder do ponto de vista de sua racionalidade interna, ela consiste em analisar as relações de poder através do antagonismo das estratégias”* (Foucault, 1995, p. 234).

Parte-se do pressuposto de que é preciso compreender o comportamento dos sujeitos envolvidos com as redes do narcotráfico, suas estratégias, ações e suas formas de legitimar o controle do espaço. Assim, o poder que é exercido pelos sujeitos do tráfico de drogas - e que é reconhecido e temido -, segundo Foucault (1995), aplica-se à vida cotidiana imediata, a qual categoriza o indivíduo, marca-o com sua própria individualidade, liga-o à sua própria identidade, impõe-lhe uma lei de verdade, que deve ser reconhecida e que os outros têm que reconhecer nele.

Várias situações que foram relatadas por entrevistados durante os trabalhos de campo desta pesquisa enquadram-se perfeitamente nessa análise foucaultiana, em que a relação que envolve o tráfico de drogas na periferia de Belém, de maneira geral, *“é uma forma de poder que faz dos indivíduos sujeitos”* (Foucault, 1995, p. 227).

“Há dois significados para a palavra sujeito: sujeito a alguém pelo controle e dependência e preso à sua própria identidade por uma consciência ou autoconhecimento. Ambos sugerem uma forma de poder que subjuga e toma-o sujeito” (Foucault, 1995, p. 235).

No esquema do tráfico de drogas os sujeitos se autorreconhecem enquanto sujeitos com suas posições e funções específicas a partir do comando do narcotráfico e constroem, a partir de suas posições na trama, relações identitárias as quais ajudam na constituição de *“territórios alternativos”* (Haesbaert, 2002) ou autônomos, mas com a presença de um poder heterônimo que se dá sobre o efeito das redes que influenciam de fora para dentro, sobretudo na lógica de abastecimento do mercado da droga.

Para Foucault (1995, p. 239), *“como”* não no sentido de *“como se manifesta?”*, mas *“como se exerce?”*, *“como acontece quando os indivíduos exercem, como se diz seu poder sobre os outros?”*.

O interesse sobre esse questionamento parte da pretensão de procurar explicar como os sujeitos do narcotráfico exercem seu poder sobre os indivíduos. A resposta para este questionamento foi explicada a partir das observações e entrevistas realizadas, por isso a pesquisa de campo foi fundamental para chegar a uma resposta.

Desse modo, neste artigo, serão destacados e explicados de forma breve e didática os sujeitos da pesquisa em territórios sobre a dinâmica do tráfico de drogas em Belém. Uma dinâmica de exercício de poder que é necessária para a construção de territorialidades do narcotráfico. A seguir, tem-se a descrição dos sujeitos da pesquisa:

- a) *Os traficantes do bairro*; eles utilizam mecanismos de violência para se impor sobre determinados espaços do bairro, como becos, ruelas, vilas ou áreas de canais que passam a sofrer a sua influência. Esses traficantes utilizam a ameaça e a intimidação para impor respeito e “moral”, destacando-se que o termo “moral” na periferia de Belém significa ser respeitado por todos. Eles contam também com o apoio externo de um distribuidor que abastece o seu mercado interno conseguindo, assim, armas e munições;
- b) *Os pequenos assaltantes*; eles têm uma relação direta com o tráfico de drogas por conta dos seguintes fatores: em primeiro lugar, geralmente os pequenos assaltantes utilizam os furtos e roubos para trocarem mercadorias por drogas nas “bocas” de fumo. Às vezes, ocorre o penhor da mercadoria roubada, em que se estabelece um prazo para que a dívida seja quitada. Caso contrário, o traficante fica com a mercadoria;
- c) *Os viciados ou maluco*; é uma identificação popularmente construída nas zonas de controle do tráfico de drogas, porém, como se tratam de

informações coletadas em campo é necessário tomar cuidado para que eles não sejam confundidos com os sujeitos já mencionados, visto que nem todo traficante é viciado em droga. Além disso, o viciado, maluco ou “pedra” ao qual a pesquisa aqui trata diz respeito ao grupo de pessoas que consome cocaína em pasta à base ou pó de forma tão intensa que ocasiona a perda do controle de suas ações. Eles deixam objetos pessoais na boca de fumo ou vendem seus pertences, não são assaltantes à mão armada, alguns são oportunistas e aproveitam-se da desatenção das pessoas para praticar pequenos furtos em busca de dinheiro para comprar cocaína;

d) *Os aviãozinhos*; termo criado a partir das redes internas de organização do tráfico de drogas, pois eles fazem toda a movimentação do comércio de entorpecentes nos bairros, onde desempenham funções importantes. Em razão de marcarem os consumidores de droga, são sujeitos no espaço que delimitam territórios. Às vezes desenvolvem função de olheiros, o que significa dizer que eles observam toda a movimentação dos moradores no bairro e sabem sobre toda a articulação do esquema de corrupção policial que ocorre nas áreas de comercialização da droga. Nesse sentido, é importante, também, destacar que um “aviãozinho” pode tornar-se um pequeno traficante, de forma que ele seja promovido na escala hierárquica das redes e passe a organizar todo o movimento do tráfico de drogas;

e) *Os comerciantes*; em Belém eles encontram-se também sob a influência do tráfico de drogas e da articulação de agentes de segurança pública, os quais se aproveitam de sua autoridade para impor uma lógica “clandestina” de segurança privada. Na verdade, os comerciantes quase sempre são expostos à ação de criminosos que praticam assaltos em seus estabelecimentos comerciais. Dessa forma, existem duas possibilidades para impedir os assaltos e adquirir “segurança”: uma delas é o “apadrinhamento” (o termo tem o mesmo sentido que “protegidos”, ou seja, pessoas que estão sobre proteção dos traficantes) em relação aos próprios traficantes do bairro, que diante disso podem proibir assaltos em relação aos seus “apadrinhados”, inclusive impondo castigos aos assaltantes que desobedecerem à ordem dada pelo traficante. A outra forma de conseguir segurança é por meio dos serviços de agentes da segurança pública. Nesse caso, os policiais militares impõem uma lógica de “segurança privada”, descaracterizando o sistema de segurança pública do estado e passam a receber algum tipo de ajuda financeira por parte de comerciantes. Essa ajuda financeira pode variar entre valores de R\$ 300,00 a R\$ 500,00 por mês;

f) *Os Policiais*; também são sujeitos que estão inseridos na dinâmica territorial do narcotráfico, porém é preciso ter cuidado para não criar um estereótipo negativo

sobre os agentes de segurança pública e até mesmo ter cuidado para não fazer um discurso generalizado sobre a relação dos agentes com o narcotráfico. A análise será fundamentada nos relatórios e entrevistas de campo, detalhes minuciosos foram coletados durante a pesquisa para chegar às conclusões mais próximas sobre como ocorre a dinâmica econômica corruptiva do tráfico de drogas em Belém;

g) *Os moradores dos bairros dominados pelo narcotráfico*; para eles, existe um total desgaste das políticas de segurança pública e, portanto, isso permitiu com que a criminalidade fosse aos poucos ganhando força e adquirindo espaço, até o momento em que o tráfico de drogas passou a se territorializar nos bairros. Os moradores sofrem pressão de todas as partes onde o tráfico de drogas impõe a chamada “lei do silêncio” (é um código de postura imposto pelo tráfico de drogas, sendo proibido dar informações acerca dos acontecimentos relacionados ao tráfico de drogas. Também se ressalta que a própria polícia utiliza esse termo para se referir à falta de informações sobre casos de homicídios em bairros periféricos) em relação ao comércio de cocaína. Eles não podem denunciar o tráfico, pois correm risco de ser punidos e uma das formas de punição é a morte. Nesse momento, é importante compreender o valor simbólico que a morte passa a ter para o tráfico de drogas em virtude de se apresentar como a mais pura demonstração de poder;

É interessante a manifestação simbólica de poder imposta pelos traficantes no bairro. Os moradores reconhecem e respeitam a presença dos “chefes” em qualquer lugar, por isso, para um pequeno traficante de dentro do bairro que está iniciando suas atividades é necessário tornar-se conhecido perante a população residente na zona territorial em que irá se estabelecer o controle, mas para isso é preciso, também, manter firmes as conexões com os traficantes de fora do bairro que abastecem o mercado. O poder de um traficante em um determinado bairro se dá pela lógica da “intimidação”, impondo o medo e o respeito aos outros ou por meio do “apadrinhamento”, quando ele prefere se aproximar dos moradores e garantir o funcionamento do mercado da droga sem risco de ocorrer alguma denúncia.

Também há de se chamar a atenção para a necessidade que o narcotráfico tem em criar uma estrutura organizacional interna em um bairro, em outras palavras, o tráfico precisa ter uma rede social ativa com vários sujeitos inseridos e suas relações devem promover uma dinâmica de funcionamento do mercado para que sua territorialidade enfim seja materializada. Esta territorialidade definirá não apenas o seu território, mas toda a relação de poder que ali passa a se estabelecer. Todo o conjunto de relações que dá sentido à sua existência enquanto atividade econômica ilícita.

Destaca-se que *“O exercício do poder não é simplesmente uma relação entre “parceiros” individuais ou coletivos; é um modo de ação de alguns sobre outros. O que quer dizer, certamente, que não há algo como o “poder” ou “do poder” que existiria globalmente, maciçamente ou em estado difuso, concentrado ou distribuído: só há poder exercido por “uns” sobre os “outros”; o poder só existe em ato, mesmo que, é claro, se inscreva num campo de possibilidade esparso que se apoia sobre estruturas permanentes”* (Foucault, 1995, p. 242).

Os levantamentos de campo possibilitaram um olhar a partir de “dentro” destas relações, a fim de compreender melhor as manifestações de poder, seus mecanismos e relações. É possível entender o poder de uns sobre os outros numa hierarquia na qual, em última instância, encontram-se os moradores dos bairros periféricos de Belém que estão submetidos aos territórios-zonas do narcotráfico, ao mesmo tempo em que estas zonas estão sujeitas ao controle externo das redes compondo, assim, os territórios-redes.

De acordo com Foucault (1995), o funcionamento das relações de poder, evidentemente, não é uma exclusividade do uso da violência mais do que da aquisição dos consentimentos. Nenhum exercício de poder pode, sem dúvida, dispensar um ou outro e, frequentemente, os dois ao mesmo tempo. Porém, se eles são seus instrumentos ou efeitos, não constituem, contudo, seu princípio ou natureza.

Com efeito, a abordagem sobre o narcotráfico passa por uma interpretação fundamentada na perspectiva do poder em Foucault, em função de que as relações de poder que são constituídas a partir dos sujeitos do tráfico de drogas, os quais criam uma forma de consentimento que parte das ações estratégicas de controle do território e, por conseguinte, do comportamento de seus sujeitos e é nesse sentido que a morte se torna uma expressão política das territorialidades.

Do narcotráfico às narcomilícias: racismo, necropolítica e configurações territoriais sobrepostas em Belém

Para encerrar o debate propostos neste artigo, achou-se pertinente abordar questões que possam relacionar a sobreposição dos territórios com os conflitos que levam à expansão do fenômeno da violência urbana em Belém. Todavia, é importante ressaltar que se trata de uma conjuntura na qual prevalece, na maioria das vezes, uma lógica racista em que a morte passa a ter um significado político, e na análise feita aqui ela representa também uma forma de disciplinarização dos territórios. Mais ainda, a “política da morte” deixa explícita a divergência de interesses sobre o seu uso.

Pode-se falar, então, em uma necropolítica que também se associa ao racismo. A necropolítica é o termo

emprestado aqui pelo historiador e Cientista Político Camaronês Achille Mbembe (2006), que foi influenciado pelas obras de Michel Foucault sobre a biopolítica.

Nos estudos de Mbembe, os quais têm como referência o continente africano, é perceptível uma espécie de intervenção geopolítica da Europa sobre a África, tendo o racismo como base fundamental da ocupação e dominação dos territórios, utilizando-se do discurso da superioridade racial, que dividia claramente a espécie humana, destacando que *“No contínuo biológico da espécie humana, o aparecimento das raças, a distinção das raças, a hierarquia das raças, a qualificação de certas raças como boas e de outras, ao contrário, como inferiores, tudo isso vai ser uma maneira de fragmentar esse campo do biológico de que o poder se incumbiu; uma maneira de defasar, no interior da população, uns grupos em relação aos outros. Em resumo, de estabelecer uma cesura que sendo do tipo biológico no interior de um domínio considerado como sendo precisamente um domínio biológico. Isso vai permitir ao poder tratar urna população como uma mistura de raças ou, mais exatamente, tratar a espécie, subdividir a espécie de que ele se incumbiu em subgrupos que serão, precisamente, raças. Essa é a primeira função do racismo: fragmentar, fazer cesuras no interior desse contínuo biológico a que se dirige o biopoder”* (Foucault, 1999, p. 304-305).

A realidade da metrópole de Belém apresenta uma organização espacial fragmentada e subdividida, resultado dos mecanismos de governamentalidade do espaço, os quais surgem com os projetos de modernização urbana na qual a segregação espacial definiu-se a partir de topografias socioraciais, caracterizando-se enquanto um biopoder que produz de forma calculada e otimizada a gestão da vida, o que leva uma parte da população à condição de sujeitos matáveis. Nesses termos, o necropoder dá ênfase à primazia da morte que aparecerá como estratégia de exercício do poder, sobretudo direcionado para os territórios em que se encontram as populações tidas como ameaças latentes, ou seja, são intervenções direcionadas para as periferias da metrópole.

De acordo com o relatório apresentado pelo Atlas da Violência de 2017, de cada 100 pessoas que são assassinadas no Brasil, 71 são negras e os jovens negros do sexo masculino continuam sendo a maioria das vítimas de homicídios. São em grande medida jovens de faixa etária entre 14 a 29 anos, pretos ou pardos (em menor grau), pobres com uma renda de até dois salários mínimos. O Atlas da Violência 2017 também revela que homens negros e com baixa escolaridade são as principais vítimas de mortes violentas no País e que a população negra corresponde a maioria, com 78,9% dos 10% dos indivíduos com mais chances de morrer.

A Comissão de Direitos Humanos da Ordem dos Advogados do Brasil (Seção Pará) apresentou, no final do de 2017, o Relatório da Situação dos Casos de Chacinas e Extermínio de Jovens Negros no estado do Pará, no qual foi realizada uma breve análise conjuntural dos casos de chacinas destacando que a violência contra jovens negros no Pará não se trata de um fenômeno recente e remonta aos processos históricos de ocupação do território paraense.

De acordo com o relatório da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) seção Pará:

“Nos estudos feitos no Pará percebe-se duas dimensões nefastas do fenômeno da morte de jovens negros e pobres. A primeira evidencia-se pelo discurso de legitimação dos assassinos e pela criminalização das vítimas, tidas sempre como “vagabundos”, “devedor”, “maconheiro” ou “com passagem”, este discurso sintetizado na expressão “bandido bom é bandido morto” é martelado diariamente por jornalistas e veículos de comunicação na imprensa escrita, falada e televisionada de forma que se tornou um mantra já assimilado por grande parte da população, inclusive pela população que está sujeita a estes matadores” (RELATÓRIO DA SITUAÇÃO DOS CASOS DE CHACINAS E EXTERMÍNIO DE JOVENS NEGROS NO PARÁ - OAB, 2017, p. 07).

Sobre a política de extermínio, Mbembe (2006) faz uma leitura da morte política como trabalho e define a soberania como o direito de matar. O argumento dele relaciona a noção foucaultiana de biopoder a outros dois conceitos: o estado de exceção e o estado de sítio. O autor examina os caminhos nos quais o Estado de exceção estabelece uma relação íntima com as regras básicas do direito de matar. Segundo ele, em tais situações, o poder (que não é necessariamente um poder estatal) faz referência contínua e invoca a exceção e a urgência, a qual é uma noção “fictícia” do inimigo. Também trabalha para produzir a mesma exceção, urgência e inimigos fictícios.

“Na formulação de Foucault, o biopoder parece funcionar segregando pessoas que devem morrer daquelas que devem viver. Dado que opera na base de uma divisão entre os vivos e os mortos, esse poder é definido em relação ao campo biológico, que assume o controle no qual está inserido. Este controle pressupõe a distribuição das espécies humanas em diferentes grupos, a subdivisão dos subgrupos da população e o estabelecimento de uma ruptura biológica entre si. É aquilo que Foucault refere-se a um termo aparentemente familiar: o racismo” (Mbembe, 2006, p. 21-22).

O autor ressalta que o racismo tem um lugar tão importante na racionalidade própria do biopoder que é fácil de entender. Afinal de contas, ao invés de pensar em termos de classes sociais (ideologia que define a história

como uma luta de classes econômicas), a raça constituiu-se como uma sombra presente sobre o pensamento e a prática das políticas ocidentais, especialmente quando se trata de imaginar a desumanidade dos povos estrangeiros e a dominação a ser exercida por ele.

Para Mbembe (2006, p. 23) *“O racismo é, em termos de Foucault, principalmente uma tecnologia que visa permitir o exercício do biopoder, ‘o velho direito soberano para matar’. Na economia do biopoder, a função do racismo é regular a distribuição da morte, possibilitando as funções assassinas do Estado. E, diz ele, a condição de aceitabilidade de matar”*.

Na pesquisa, que resultou neste artigo, foi possível reconhecer dois elementos fundamentais da organização dos territórios e que têm como pano de fundo o narcotráfico. O primeiro foi a definição dos territórios a partir de microrrelações que se estendem para uma escala mais ampla. O segundo foi a política da morte, a qual surge como afirmação do domínio dos territórios ou o poder sobre eles. Sobre o segundo caso, a política da morte, Foucault (1979, p. 305) destaca que: *“a morte do outro não é simplesmente a minha vida, na medida em que seria minha segurança pessoal; a morte do outro, a morte da raça ruim, da raça inferior (ou do degenerado, ou do anormal), e o que vai deixar a vida em geral mais sadia; e mais pura”*.

São estes elementos que são incorporados às ações da polícia e das milícias ou narcomilícias como se definiu aqui, visto que a morte de pretos, pobres e favelados, associados ao tráfico de drogas nas periferias da grande Belém, é justificada pela necessidade de uma “higienização social”, na qual os delinquentes eliminados são as garantias de sobrevivência e segurança de uma raça branca superior abastada.

No entanto, há uma contradição nestas ações, na medida em que milicianos que matam para manter benefícios do narcotráfico na periferia são os mesmos que dão garantias de controle e regulação da população enquanto espécie. Por esta razão, compreende-se, também, que a morte do outro, nesse caso, não garante apenas a sobrevivência do outro, mas também garante a manutenção do poder na regulação dos territórios.

Sobre a organização do Estado, Mbembe (2006) diz ter sido firmada uma completa fusão entre a guerra e a política (mas uma fusão também do racismo, homicídio e suicídio). Na medida em que não se pode distinguir uma da outra, isto era uma característica única do Estado nazista: a percepção da existência do outro como atentando à própria vida, como ameaça mortal ou um perigo absoluto, cuja eliminação biofísica reforçaria o potencial de vida e de segurança.

“Eu tenho, creio eu, um dos numerosos imaginários da própria soberania próprios, tanto da primeira, quanto da última modernidade. O reconhecimento

desta percepção funda em grande medida a maioria das críticas tradicionais da modernidade, e se dirige ao niilismo e a sua proclamação da vontade de poder como essência do ser, a reificação entendida como o tornar-objeto do ser humano a subordinação de cada coisa para uma esfera impessoal da lógica e cálculo da racionalidade instrumental” (Mbembe, 2006, p. 24).

Assim, a política do Estado define-se por uma concepção da guerra por excelência, pois ele pode definir quem deve morrer e quem não deve. Deste modo, o poder soberano caracteriza-se por sua vontade e capacidade de matar para que outra pessoa viva.

Nesse sentido, é importante verificar o significado real do racismo para o exercício do poder, sobretudo quando esse poder é condição utilizada para definir quem deve morrer ou exercer o direito de poder matar. Esse mecanismo lembra bem o direito soberano de matar.

Nesses termos, “[...] *Se o poder de normalização quer exercer o velho direito soberano de matar, ele tem de passar pelo racismo. Esse, inversamente, um poder de soberania, ou seja, um poder que tem direito de vida e de morte, quer funcionar com os instrumentos, com os mecanismos, com a tecnologia da normalização, ele também tem de passar pelo racismo. E claro, por tirar a vida não entendo simplesmente o assassino direto, mas também tudo o que pode ser assassino indireto: o fato de expor a morte, de multiplicar para alguns o risco de morte ou, pura e simplesmente, a morte política, a expulsão, a rejeição, etc.*” (Foucault, 1999, p. 306).

Em meio a esta perspectiva, o direito soberano de matar, ou o poder soberano ainda existente, complementa a biopolítica legitimando, sobretudo, as guerras, bem como os processos de colonização. Numa escala metropolitana para tratar de Belém, o velho direito soberano de matar aparece enquanto guerras, justificadas a partir das intervenções da polícia.

Além disso, há também as ações das milícias, ou seja, grupos formados por forças de segurança do estado que impõem o uso da força a partir da própria falha nos mecanismos de segurança pública, dos quais eles fazem (ou fizeram) parte. Considerando-se, além disso, que alguns destes homens estão afastados por problemas de saúde ou até mesmo expulsos da corporação devido ao mau comportamento, existe a lógica do corporativismo militar que contribui para legitimar as ações da própria milícia que, em Belém, tem elevado os números absolutos de homicídios.

No caso de Belém, há uma subordinação evidente da milícia ao mercado da droga e aos recursos que esse mercado gera e os traficantes tornam-se subordinados aos milicianos, como comerciantes que também dependem dos serviços. Enquanto braço do tráfico de drogas, a milícia faz um cálculo racional dos ganhos e

promove a perda do controle dos territórios pelo Estado ao mesmo tempo em que controla territorialmente as “bocas” que estão sob sua influência. Por isso, destaca-se aqui que há uma reconfiguração das milícias que se associam ao tráfico tornando-se *narcomilícias*.

As narcomilícias definem-se pela relação existente entre agentes de segurança pública em exercício da função ou não que passam a obter vantagens em função do narcotráfico, sobretudo, em função da extorsão, venda e distribuição de drogas ou então prestando serviços para traficantes como, por exemplo, executar desafetos.

Para Haesbaert (2004), o Estado também perde poder em termos de controle territorial não só ao legitimar a proliferação interna de territórios de segurança privada (que podem, inclusive, se apropriar de espaços públicos), como também ao permitir a difusão, interna ou externa, de milícias privadas que lutam não mais diretamente em nome do Estado-nação, mas em relação a grupos ou empresas aos quais se encontram subordinadas. Portanto, para complementar a análise sobre os conflitos urbanos em territórios divergentes na metrópole, apresenta-se aqui (fig. 1) as manchas de homicídios com características de execução associadas ao narcotráfico, segundo os dados oficiais da SEGUP por via do SIAC.

De fato, a morte torna-se uma categoria política das relações de poder, uma vez que ela simboliza as reafirmações e manifestações de tensões presentes no cerne das divergências territoriais, onde as manchas de homicídios destacam a presença de territórios divergentes. Existe, então, uma necropolítica que impõe uma tecnologia de poder, na qual o conjunto da população torna-se alvo e as técnicas para isso são as mais numerosas possíveis, destacando o necropoder (MBEMBE, 2006) presente nas disputas territoriais do crime.

Para Mbembe (2006), esta nova era de mobilidade global tem como uma de suas principais características o fato de que as operações militares e o exercício do direito de matar não são mais exclusividades dos Estados, e o “exército regular” já não é único meio capaz de executar essas funções.

É nessa conjuntura político-territorial que a metrópole se encontra, pois, as sobreposições materializadas sobre o espaço urbano de Belém refletem a existência de outros poderes não exclusivos do Estado, poderes estes que, na perspectiva de Foucault (2010), disciplinam, punem e tornam os corpos dóceis, mas que também sentenciam a sua morte, tornando-os corpos vazios, sem importância e sem significados. Quando a referência são as milícias, concorda-se com a ideia de Mbembe (2006) a qual afirma que a mão de obra militar é comprada e vendida em um mercado que a identidade dos fornecedores e compradores é praticamente insignificante.

Isto posto, pode-se afirmar que o narcotráfico fundamenta um cálculo racional que influencia nas ações e no pensamento dos sujeitos que compõem os territórios. Ou seja, “todos” querem ganhar ou tirar proveito da possibilidade de ganhos financeiros com o mercado da droga, justificando seus riscos. Portanto, compreende-se o narcotráfico como o âmago de todos os conflitos pelo domínio político-econômico do território (Haesbaert, 2004).

Nesses termos, o narcotráfico deve ter o controle do território para ter domínio sobre mercado, porém as milícias também buscam, a partir do território, impor

seu poder para extorquir, coagir e se apropriar do tráfico de drogas, obtendo vantagens econômicas. Por outro lado, o Estado quer se reafirmar enquanto poder soberano, tendo a polícia como seu braço armado. Por fim, as redes do narcotráfico estão acima de todas estas relações, são territórios redes sobre os territórios-zonas (Haesbaert, 2004), destaca-se que essa sobreposição dos territórios (fig. 2) na metrópole a partir do narcotráfico (em redes e zonas) e das milícias e o Estado, produzem os conflitos pelo uso do território e legitimidade sobre ele. É assim que os territórios sobrepostos criam uma dinâmica de conflitos urbanos.

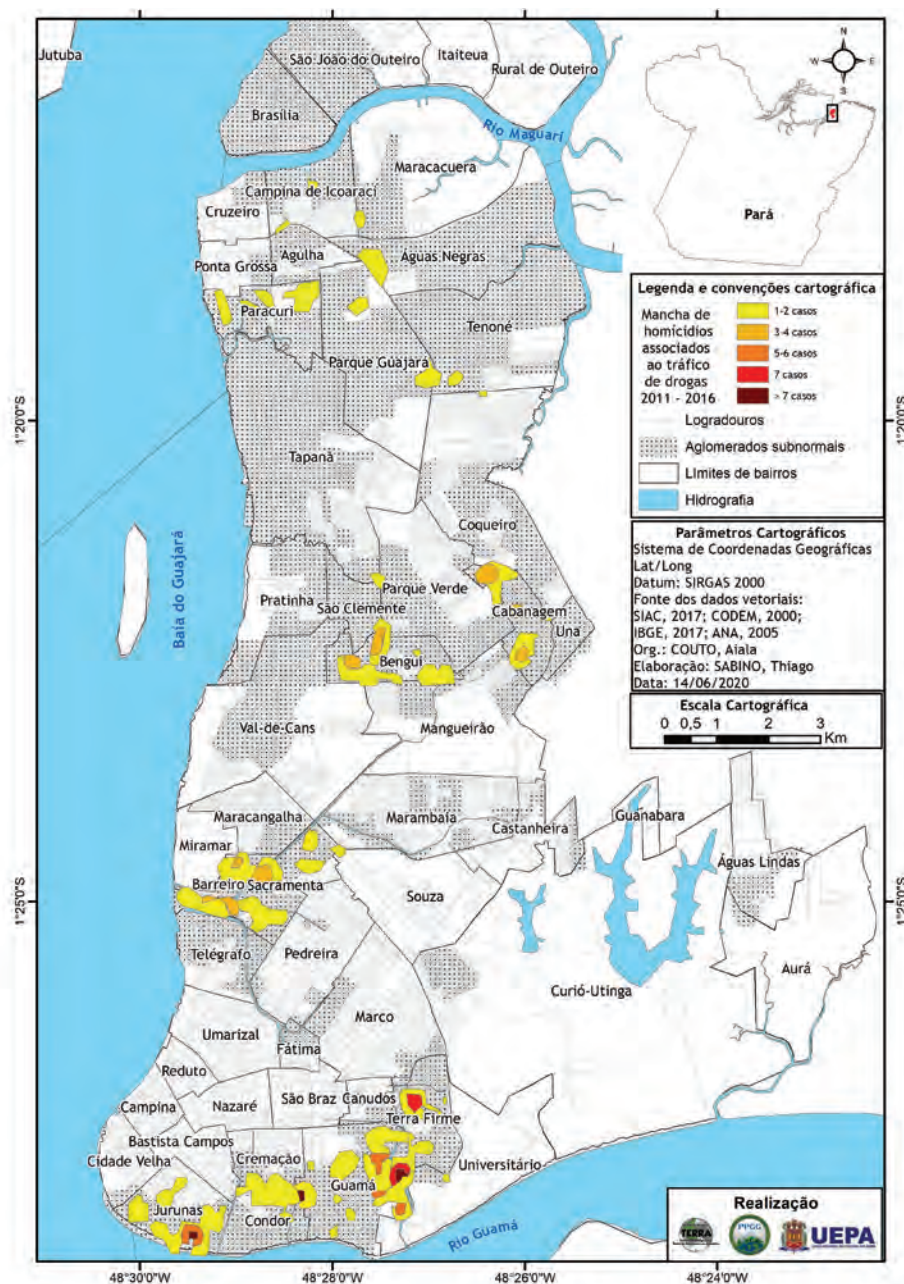


Fig. 1 - Manchas de homicídios associados ao tráfico de drogas (Fonte: SIAC, 2016, adaptado de Couto, 2017).

Fig. 1 - Patches of murders linked to drug trafficking (Source: SIAC, 2016, adapted from Couto, 2017).

Essas sobreposições territoriais fazem parte das reconfigurações espaciais do narcotráfico chamadas aqui pelo termo de *narcosobreposição dos territórios*, definido pela presença de um território sobre o outro em função do narcotráfico, no qual há convergências e divergências de interesses que envolvem: os territórios-zona do narcotráfico nos bairros periféricos, as milícias que se apropriam do narcotráfico, tornando-se narcomilícias, e por fim, o narcotráfico territorializado em redes ou em territórios-redes, que está acima destas relações mais de baixo. “As redes estruturam à sua maneira,

o campo de forças das relações de cooperação e de antagonismo que estão presentes na sociedade humana” (Tinland, 2001, p. 263).

Em Belém esse processo não foi diferente, sobretudo em função de que as redes impuseram uma tecnologia de poder a qual faz parte das relações que perpassam a sociedade, contribuindo, inclusive, para uma fragilidade institucional do Estado que convive com a presença de outras forças, as quais se apropriaram de porções do espaço urbano. As redes do narcotráfico na metrópole, a partir dos bairros mencionados nos mapas, “são, de fato,

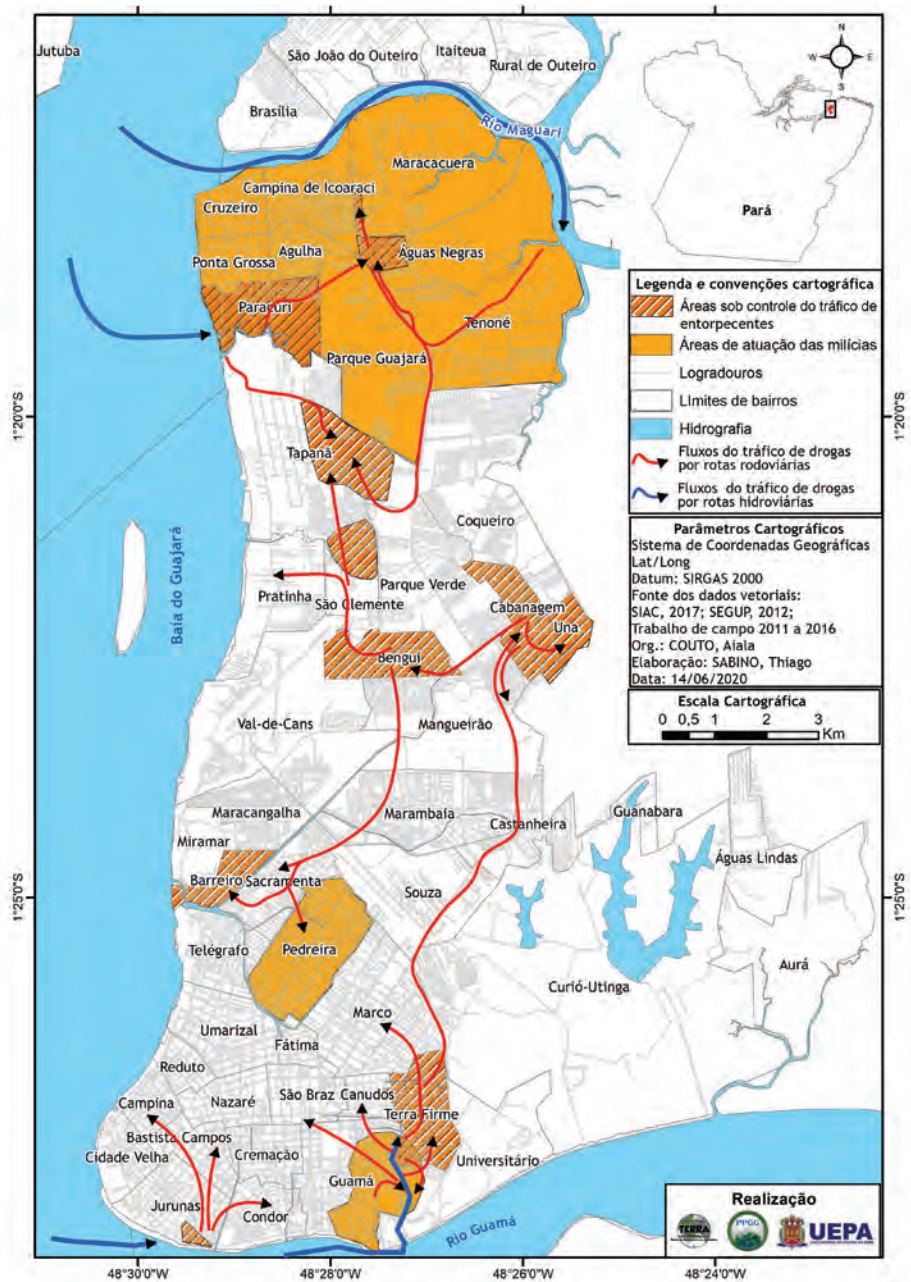


Fig. 2 - Sobreposição de territórios em Belém (Fonte: Couto, 2017).

Fig. 2 - Territorial overlap in Belém (Source: Couto, 2017).

instrumentos de poder e de rivalidades para seu controle. Elas são suscetíveis [...] de funcionar como instrumentos de integração e de exclusão, na linha direta dos processos de diferenciação” (Tinland, 2001, p. 263).

Destarte, as redes e seus sujeitos multiterritoriais estão por todas as partes e têm um completo entendimento de toda sua organização espacial, já que para a consolidação de um mercado da droga em Belém foi essencial o conhecimento do funcionamento das instituições que regem as leis e as regras.

Na lei do tráfico em Belém, as redes determinam as regras e pouco importa se, nos bairros territorializados, uma parte do recurso arrecadado com a venda da droga sirva para pagar propinas aos policiais corruptos ou algum tipo de acordo ou extorsão praticados pelas milícias que, nesse caso, tornam-se narcomilícias. O importante é que a dívida deva ser paga ao fornecedor que está fora desse contexto mais zonal e que ocupa o alto escalão da dinâmica regional-global do narcotráfico. Nesse caso, quase sempre a pena de morte é a sentença dada aos que não cumprem seus compromissos e, nesse campo de forças, acumular dívidas com o narcotráfico não é um “bom negócio”.

Por isso, para analisar os territórios do narcotráfico em Belém, partiu-se das ideias de Haesbaert (2004), o qual propôs uma distinção importante na constituição dos “múltiplos territórios” do capitalismo, e que se torna importante lembrar, distinção esta entre territórios-zona, mais tradicionais, e territórios-rede, mais envolvidos pela fluidez e a mobilidade. Logo, em Belém, as fig’s 1 e 2 enfatizam tipos zonais de territorialidades presentes no espaço urbano, reflexos de uma sobreposição de poderes: narcotráfico territorializado em zona e milícias territorializadas em zonas a partir dos bairros.

Mas, os territórios-redes estão presentes tanto nas formas de conexão interna do narcotráfico, quanto nas conexões externas, ou seja, àquelas que ligam os vários pontos de comercialização da droga aos países produtores e fornecedores de cocaína da Comunidade Andina (Bolívia, Colômbia e Perú), tornando Belém um “nó” importante das escalas de poder. Nesse sentido, concorda-se com a ideia de Haesbaert (2004), na qual, para este autor, dentro da diversidade territorial do nosso tempo, *deve-se* levar em conta, em primeiro lugar, esta distinção crescente entre uma lógica territorial zonal e uma lógica territorial reticular, pois elas se interpenetram, se mesclam, de tal modo que a efetiva hegemonia dos territórios-zona estatais - que marcam a grande colcha de retalhos política, pretensamente uniterritorial (no sentido de só admitir a forma estatal de controle político-territorial) do mundo moderno - vê-se obrigada, hoje, a conviver com novos circuitos de

poder que desenham complexas territorialidades, em geral na forma de territórios-rede, como é o caso da territorialidade do narcotráfico globalizado.

A presença de territórios sobrepostos, em função do narcotráfico, é um dos principais fatores de aumento dos homicídios com características de execução, em que a morte se apresenta enquanto uma categoria política das relações de poder e, portanto, ajuda na compreensão dos conflitos urbanos envolvendo as disputas entre narcotraficantes e milicianos.

Haesbaert (2004) afirma que sempre vivemos uma multiterritorialidade, pois, para este autor “*[...] a existência do que estamos denominando multiterritorialidade, pelo menos no sentido de experimentar vários territórios ao mesmo tempo e de, a partir daí, formular uma territorialização efetivamente múltipla, não é exatamente uma novidade, pelo simples fato de que, se o processo de territorialização parte do nível individual ou de pequenos grupos, toda relação social implica uma interação territorial, um entrecruzamento de diferentes territórios. Em certo sentido, teríamos vivido sempre uma “multiterritorialidade”* (Haesbaert, 2004, p. 344).

Não se pode negar, hoje, a existência destes múltiplos territórios em Belém a partir de grupos que impõem suas tecnologias de poder. São representações espaciais múltiplas e que implicam na vivência de diversas funções inscritas em cada porção da área ocupada, seja pelo narcotráfico ou pelas milícias, há sempre uma geografia imposta pela territorialidade de seus sujeitos. Essa geografia do poder é característica destes múltiplos territórios que, na sobreposição, aparecem como encaixes de uma dimensão multiescalar das práticas espaciais.

A lógica da sobreposição dos territórios é o maior desafio enfrentado pelas políticas de segurança pública na metrópole de Belém, haja vista que o Estado não tem a compreensão das relações sociais que produzem o território. Somando-se a isso, as ações das redes de poder do narcotráfico de formas fluidas contribuem para essa fragilidade.

Por fim, na metrópole de Belém o conflito em torno do narcotráfico é um dos grandes dilemas da problemática urbana, e, portanto, é imprescindível a compreensão dos territórios sobrepostos a partir da micropolítica e das relações de poder, que por ela foram constituídas. O artigo buscou interpretar estas relações que ora divergem, ora convergem para um mesmo interesse que vê no território as possibilidades de vantagens políticas e econômicas. Esta explanação prática-teórica é resultado de um campo interdisciplinar, em que o diálogo entre as ciências sociais buscou, na genealogia do poder, a fundamentação que pudesse dar condições de analisar a relação entre forma e conteúdo presentes na metrópole a partir do narcotráfico.

Considerações finais

As expressões e definições do narcotráfico são compreendidas em seu cerne, através de uma geografia que o narcotráfico impõe sobre a periferia da metrópole de Belém. Nesse sentido, a periferia tornou-se *lócus* de reprodução das múltiplas relações de poder que configuram uma multiterritorialidade, ou então, uma sobreposição de territórios que materializados impõem uma lógica perversa de manifestação da violência urbana.

Esses territórios sobrepostos criados em função do narcotráfico deixam evidentes as divergências entre grupos. Como fora apresentado neste artigo, narcotraficantes e milicianos disputam o controle do território, cada um com suas características peculiares, cujo objetivo nisto é obter vantagens em função do mercado da droga.

As milícias, ou narcomilícias, como a mesma propõe, são formadas por milicianos que se tornaram braços do tráfico de drogas ao extorquirem, coagirem e assassinar traficantes para obter recursos financeiros. Também, a prestação de serviços ao tráfico e a distribuição de drogas para o mercado - compreendidas aqui como relações de poder que são constituídas obedecendo às vantagens que a milícia tem sobre os traficantes dos bairros periféricos de Belém, por se tratarem de homens das forças de segurança pública. A milícia territorializou-se em espaços que passaram a receber os seus serviços de segurança privada, impedindo assaltos aos comerciantes que pagavam pela proteção. Isso levou à perseguição e assassinato de pequenos assaltantes.

As divergências territoriais, em função da sobreposição de poderes, levaram a uma necropolítica na qual as mortes com características de execução destacam-se como afirmações do necropoder no disciplinamento dos territórios e dos sujeitos. Em razão disso, a periferia da metrópole de Belém passou a sofrer um racismo imposto aos jovens negros e pobres das áreas vulneráveis.

Sendo assim, tem-se um racismo imposto a partir das ações dos grupos milicianos, das operações da polícia e dos conflitos envolvendo o narcotráfico, pois os jovens da periferia são considerados criminosos ou delinquentes em potencial, são culpados antes de o crime ocorrer e esse “*apartheid social*” coloca-os em uma condição de sujeitos “matáveis”, sendo a morte justificável, trata-se, então, de corpos vazios, sem sentidos e significados, confinados num espaço em que o controle-regulação das espécies é necessário para a segurança.

O narcotráfico ganhou dimensões políticas significativas no contexto urbano das grandes metrópoles brasileiras, a exemplo de Belém, enquanto metrópole que está inserida nesta dinâmica das redes do narcotráfico. Compreender o narcotráfico a partir da perspectiva do poder que leva a configuração de territórios sobrepostos é um desafio para as políticas públicas direcionadas à problemática urbana metropolitana.

Referências

- ALEPA - ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO PARÁ (2015). Comissão Parlamentar de Inquérito: Comissão parlamentar de inquérito para a apuração de atuação de grupos de extermínio e milícias no Pará. Belém.
- Couto, A. (2009). *A geografia do crime na metrópole: da economia do narcotráfico à territorialização perversa em uma área de baixada de Belém*. Belém. NAEA-UFPA, 2009 (Monografia de especialização).
- Foucault, M. (2007). *El poder psiquiátrico: curso en el Collège de France (1973-1974)*. Tradução de Horacio Pons. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Foucault, M. (1999). *Em defesa da sociedade* Trad. Maria Galvão. São Paulo. Editora: Martins Fontes.
- Foucault, M. (1998). *História da sexualidade: a vontade de saber*. Trad. Maria Thereza da costa Albuquerque e J. A. Guilhon Albuquerque. Rio de Janeiro: Edições Graal.
- Foucault, M. (1990). Las redes del poder. Extraído de Christian Ferrer (Comp.). *O libertário de linguagem 1. Ele pensou anarquista contemporâneo*. Montevideu: Edição-comunidade editorial (pedra de coleção enciclopédia), 21-41.
- Foucault, M. (1979). *Microfísica do poder*. Trad. Roberto Machado. Rio de Janeiro: edições Graal.
- Foucault, M. (2008). *Segurança, território, população*. Trad. Eduardo Brandão. São Paulo: Martins fontes.
- Foucault, M. (1975). *Vigiar e punir*. Petrópolis: Gallimard.
- Foucault, M. (2010). *Vigiar e punir*. Trad. Raquel Ramalhete. 38. ed. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Haesbaert, R. (1997). *Des-territorialização e identidade: a rede “gaúcha” no nordeste*. Rio de Janeiro: EDUFF.
- Haesbaert, R. (2004). O mito da desterritorialização: do fim dos territórios à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Mbembe, A. (2006). *Necropolítica: sobre El gobierno privado indirecto*. Melusina.
- OAB (2017). Relatório da situação dos casos de extermínio e chacinas de jovens negros no estado do Pará. Belém. Disponível em: <http://www.diarioonline.com.br/add/pdf/relatorio-dh-com-capa-chacinas-05-09-2017-17-14-06.pdf>. Acesso em: 14 de Jan. 2017.
- Sack, R. (1987). *Human territory: its theory and history*. Cambridge: Cambridge University.
- Tinland, F. (2001). Interactions, réseaux, différenciation. In: Parrochia, Daniel. (Org.). *Penser les réseaux*. Seyssel: Éditions Champ Vallon.

(Página deixada propositadamente em branco)

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE ASSOCIADA A ATIVIDADES DE MONTANHA NO PARQUE NACIONAL DA PENEDA-GERÊS.
CONTRIBUIÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE UM PLANO PRÉVIO DE INTERVENÇÃO***

EVALUATION OF SUSCEPTIBILITY ASSOCIATED WITH MOUNTAIN ACTIVITIES IN THE NATIONAL PARK OF PENEDA-GERÊS.
CONTRIBUTIONS FOR THE PREPARATION OF A PRELIMINARY INTERVENTION PLAN

Jorge Eiras

Universidade Lusófona do Porto, Civil Protection and Risk Analysis Group Portugal, FCNET (Portugal)
ORCID 0000-0003-1010-5132 eiraspereira32@gmail.com

Artur Costa

Universidade Lusófona do Porto, Civil Protection and Risk Analysis Group Portugal, FCNET
DREAMS - Centre for Interdisciplinary Development and Research on Environment, Applied Management and Space (Portugal)
ORCID 0000-0001-5010-3567 p2440@ulp.pt

Mónica Santos

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and Biological Sciences (Portugal)
ORCID 0000-0003-3028-2937 monica.s.m.santos@gmail.com

RESUMO

O Parque Nacional Peneda-Gerês (PNPG) é o único Parque Nacional português. Ele tem vindo a receber um número crescente de visitantes, facto que os municípios aproveitam para promover o desenvolvimento económico de toda a região. Contudo, a ocorrência de alguns acidentes que resultam em feridos graves e mortos, pode comprometer esse potencial. Este trabalho desenvolve-se no sentido de identificar os perigos existentes no PNPG que têm contribuído para a ocorrência desses acidentes. Para tal, recorreu-se à caracterização das variáveis biofísicas do espaço e à catalogação de ocorrências entre 2006 e 2015. O registo do fluxo de utilizadores do PNPG, a sua caracterização, as tendências do aumento da procura pelo espaço natural e a exposição mediática do tema também merecem a devida consideração neste estudo. Este artigo apresenta algumas conclusões que permitem identificar as principais vulnerabilidades na organização do fluxo dos utilizadores no interior do Parque e na resposta a situações de acidente. Identificam-se fragilidades no registo de afluência e nas ocorrências que se têm vindo a verificar no interior dos seus limites. São identificados desequilíbrios na resposta ao socorro, na área em que se verificam mais ocorrências, com maior distância às vias transitáveis, são cumulativamente, as que apresentam a resposta mais demorada.

Palavras-chave: PNPG, riscos, busca e salvamento, trauma e montanha.

ABSTRACT

Peneda-Gerês (PGNP) is the only national park in Portugal. It has been receiving an increasing number of visitors, something that is seen by the municipalities as a key opportunity to promote the economic development of the region as a whole. However, the occurrence of some serious accidents and their negative public impact can jeopardize that potential. The purpose of this work is to identify the dangers in the PNPG that contributed to these accidents. For that, the characterization of the biophysical variables of the space and the cataloguing of the occurrences between 2006 and 2015 were used. The records of the PNPG flow of users, their characterization, the tendencies for both the search for a natural space and the media exposure around the theme to increase also deserve the proper consideration in this study. We present some conclusions that allow us to identify the main vulnerabilities in managing the flows of users in the Park's interior and in organizing the response to accidents. There are weaknesses in recording inflows and in emergency events that have occurred within its limits. Imbalances are identified in the rescue response in the area where most of the accidents occur, furthest away from passable routes, these being the ones for which the response is most delayed.

Keywords: PGNP, risk, search and rescue, trauma and mountain.

* O texto desta nota foi submetida em 11-06-2018, sujeito a revisão por pares a 26-11-2018 e aceite para publicação em 08-05-2019.

Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O Parque Nacional da Peneda-Gerês (PNPG) é um território com elevado potencial que urge valorizar e que pode assumir-se como âncora para o desenvolvimento de uma vasta região que se estende por cinco municípios do Norte de Portugal. A riqueza, geológica, paisagística, patrimonial e ambiental é motivadora do crescente número de utilizadores do Parque, nacionais e estrangeiros, nomeadamente para a prática de atividades de montanha.

A criação do PNPG foi idealizada no início do século XX por Tude de Sousa, primeiro administrador florestal do Gerês. Em meados do século passado, com a criação de outros parques naturais na Europa e com a chegada a Portugal de Lagrifa Mendes, que teria tido contactos com parques nacionais nos Estados Unidos, uniram-se então as vontades consentidas para a criação de um Parque Nacional em Portugal. O conceito da sua conceção inicial, era baseado no modelo americano, sem ocupação humana e distante do modelo europeu de então, em que os parques eram povoados. O PNPG é inaugurado a 11 de outubro de 1970 (Macedo, *et al.*, 2011).

A intensificação da sua utilização tem sido a causa de acidentes mais ou menos graves com desportistas, camioneiros ou simplesmente visitantes, obrigando a operações de socorro que se desenvolvem, muitas vezes, em

condições pouco favoráveis, decorrentes principalmente das particularidades orográficas e geofísicas do local.

O PNPG apresenta declives muito acentuados, valores de precipitação anuais superiores 2800 mm e mais de 125 dias/ano com precipitação (AEmet, IPMA, 2011). No processo de enquadramento, foi também apurado através dos dados do Instituto Nacional de Estatística (Censos 2011, INE), o PNPG tem uma ocupação média de 9 habitantes/km² e um total de 6264 habitantes, com maior concentração demográfica junto às principais vias de comunicação (fig. 1).

Dados tratados e métodos de avaliação

Este trabalho tem como objetivo o estudo da região e as suas particularidades, a interpretação das ocorrências no período entre 2006 e 2015, a apresentação de oportunidades de melhoria da segurança no Parque e a apresentação de propostas para a elaboração de um Plano Prévio de Intervenção (PPI). Esta base temporal, deve-se essencialmente à possibilidade de tratar os registos existentes em várias entidades. Foram consultados todos os registos da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM), Guarda Nacional Republicana (GNR), Cruz Vermelha Portuguesa (CVP) e Corpos de Bombeiros (CB) da área de atuação.

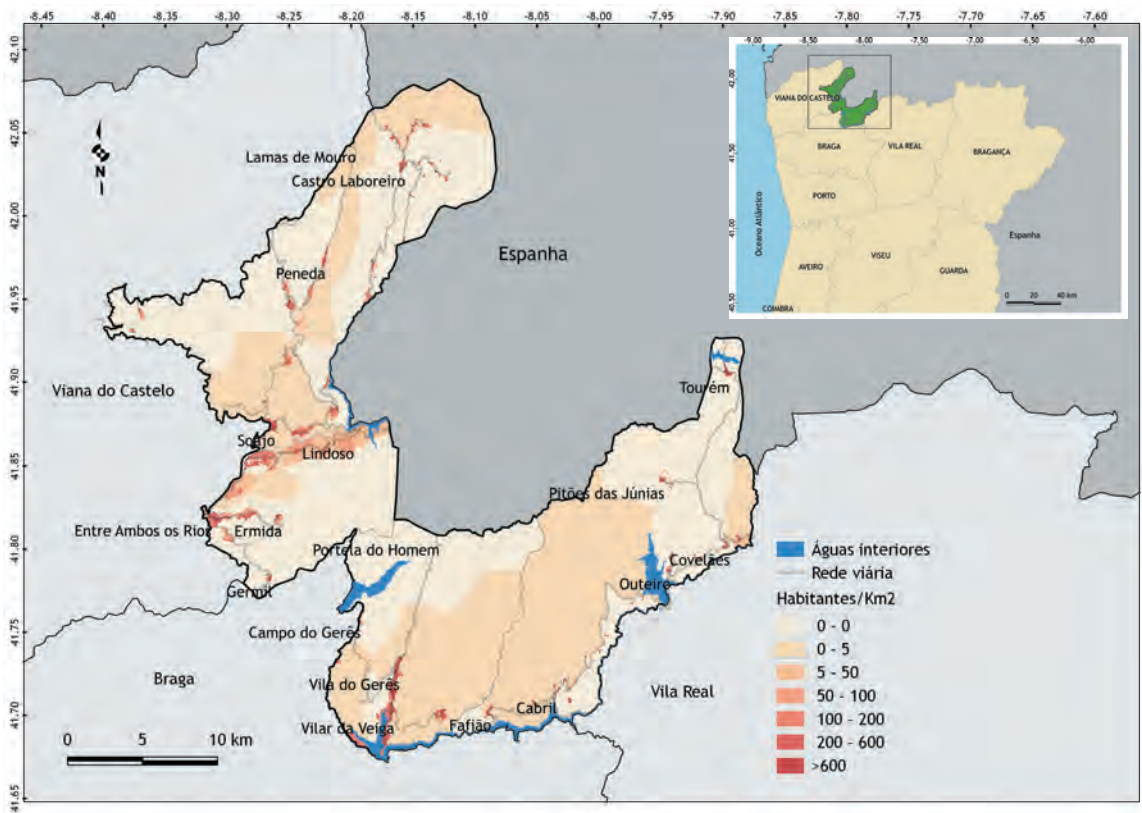


Fig. 1 - Demografia no PNPG (Fonte dos dados: CAOP 2016, INE, Atlas do Ambiente).

Fig. 1 - Demography in PGNP (Data source: CAOP 2016, INE, Environment Atlas).

A partir dos dados disponibilizados, foi criada uma base de dados respeitante aos PNPG e à sua envolvente, nomeadamente, o histórico de ocorrência e os meios de socorro disponíveis para responder em caso de necessidade. Também se identificaram alguns fatores que contribuíram para que as mesmas se verificassem. Nesse processo, realizaram-se inquéritos às populações e ouviram-se todas as entidades com capacidade administrativa ou intervenientes, direta ou indiretamente, nos processos de prevenção e nas operações de socorro no local. Tirou-se partido também de várias visitas ao terreno, bem como do conhecimento que sobre o mesmo já se possuía.

O PNPG está disperso por três distritos e cinco municípios da Região Norte de Portugal. A organização do socorro é garantida pelo Sistema Integrado Operações de Proteção e Socorro (SIOPS), gerido pela Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), e pelo Sistema Integrado de Emergência Médica (SIEM), gerido pelo Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM). Através dos registos destas entidades, da Guarda Nacional Republicana (GNR) e da Cruz Vermelha Portuguesa (CVP) foram estudadas as ocorrências de trauma e busca/resgate, entre 2006 e 2015. No processo de tratamento destes dados foi possível identificar as freguesias que apresentam maior registo de ocorrências (fig. 2 e 3).

A falta de georreferenciação das ocorrências e a localização incompleta de algumas, não permitiu tratar os registos com mais rigor, apenas ao nível da divisão administrativa de freguesia. Além da falta da georreferenciação das ocorrências, foi identificada a inexistência de dados fidedignos do número de utilizadores do Parque, traduzindo-se na inibição do cálculo da probabilidade da ocorrência de acidente. O aumento da afluência de utilizadores foi muitas vezes referido pelas organizações contactadas, contudo, não existem dados concretos que fundamentem esta percepção empírica.

Resultados e discussão

Como já foi referido, a falta de geolocalização das ocorrências e o desconhecimento de um número fidedigno de utilizadores do Parque Nacional limitaram o tratamento dos registos e os seus resultados, e assim, identificar se existem tendências do aumento da ocorrência de acidentes ou se os utilizadores são mais imprudentes. A tecnologia de comunicações usada atualmente pelos Agentes de Proteção Civil (APC), permite uma geolocalização e referenciação das ocorrências com o rigor exigido para estes acidentes. No entanto, além dos poucos registos com coordenadas, existem alguns com imprecisões na geolocalização, apresentando coordenadas fora dos limites da freguesia referida e, em alguns casos, mesmo fora do Parque. Esta situação pode dever-se à deficiente cobertura da rede de comunicações de

emergência do Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal (SIRES), em que, atualmente e em alguns pontos, já terá sido corrigida. Dados mais precisos, permitirão estudos mais aprofundados, identificação de locais de maior risco e consequentemente, a adoção de medidas corretivas para reduzir o número de acidentes. Atualmente em Portugal, o Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros dos Açores estão a formar os bombeiros do arquipélago em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esta formação, além de melhorar as capacidades dos bombeiros na resposta irá incrementar rigor nos registos das ocorrências (PROCIV AZORES, 2019). Esta medida poderia ser replicada no Parque, o que iria facilitar as ações de resposta às ocorrências e melhorar o rigor dos registos.

No período temporal avaliado (2006-2015), registaram-se 1042 vítimas de trauma, 99 buscas, 978 feridos, 8 mortos e 46 assistidos, em todo o Parque. No tratamento dos dados das ocorrências, também foi possível apurar que em todos os municípios do Parque se registam mais ocorrências no período de maio a outubro, com incidência significativa no mês de agosto (fig. 4). Apesar disso, as situações mais críticas em termos de risco para a vida e as operações de socorro mais complexas ocorrem tendencialmente no inverno, agravadas pelas condições meteorológicas adversas que são típicas na região naquela época do ano, nomeadamente em situações de precipitação intensa e/ou de nevoeiro.

A freguesia de Vilar da Veiga é aquela onde se registou maior número de ocorrências de trauma, com 214 no total, seguida de Soajo, com 130. No lado oposto, situa-se a freguesia de Cabril com 55 traumas. As situações de busca ocorrem em maior número em Campo do Gerês, com 21 ocorrências, seguindo-se a freguesia de Lindoso com 14.

Juntando os dois tipos de ocorrência, a zona geográfica mais central do PNPG é a que surge como mais crítica, especialmente as freguesias de Vilar da Veiga e Campo do Gerês, ambas no município de Terras de Bouro.

Após identificação dos meios de resposta e do seu posicionamento no território adjacente, nos vários corpos de bombeiros dos municípios envolventes, estimaram-se os tempos médios para posicionar meios de socorro à entrada do Parque, após a sua ativação. Concluiu-se que existe uma grande diversidade de situações (TABELA I).

As situações mais favoráveis ocorrem nos municípios dos Arcos de Valdevez e Ponte da Barca, onde os meios de salvamento do SIOPS, o Suporte Básico de Vida (SBV) e Suporte Avançado de Vida (SAV) levam 21 e 11 minutos respetivamente a chegar à entrada do Parque. O mais desfavorável são os municípios de Terras de Bouro e Montalegre, onde o SAV pode demorar aproximadamente uma hora. O município dos Arcos de Valdevez é o que apresenta o maior número de valências de resposta, estando fixados neste município, uma Corporação de Bombeiros (CB), um Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro (GIPS)

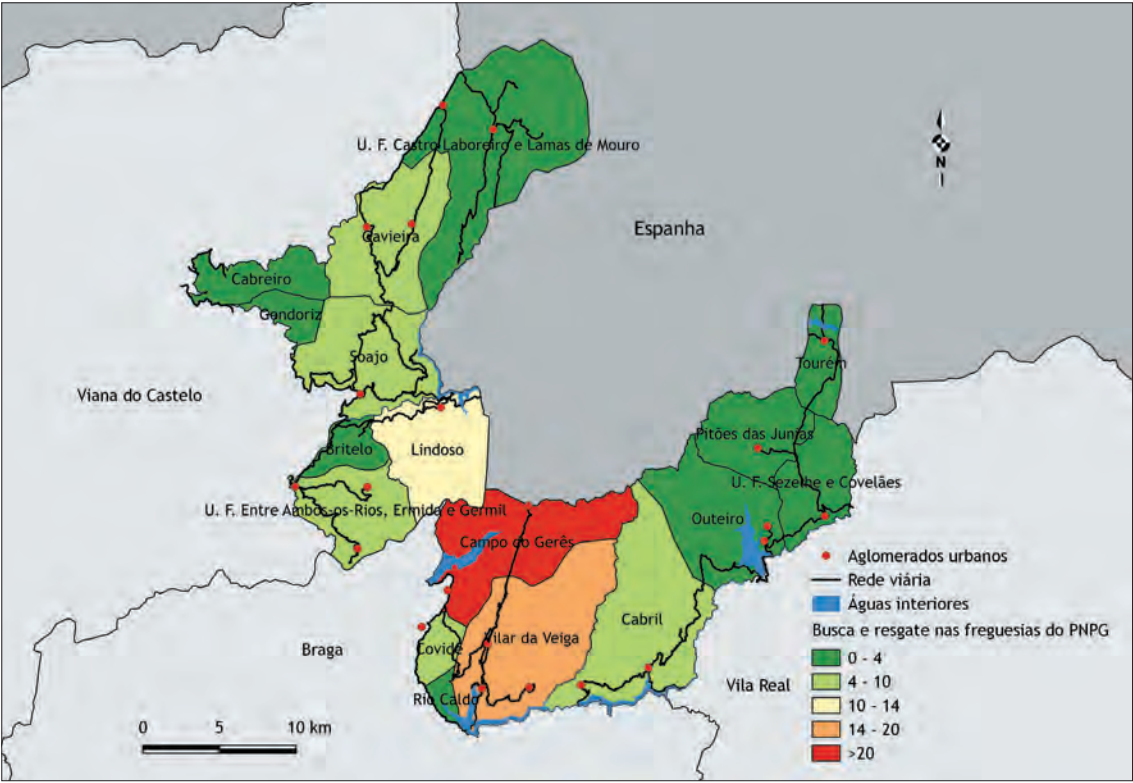


Fig. 2 - Busca/resgate no PNP, 2006-2015 (Fonte dos dado: CAOP 2016, INE, Atlas do Ambiente).

Fig. 2 - Search/rescue in PNP, 2006-2015 (Ddata source: CAOP 2016, INE, Environment Atlas).

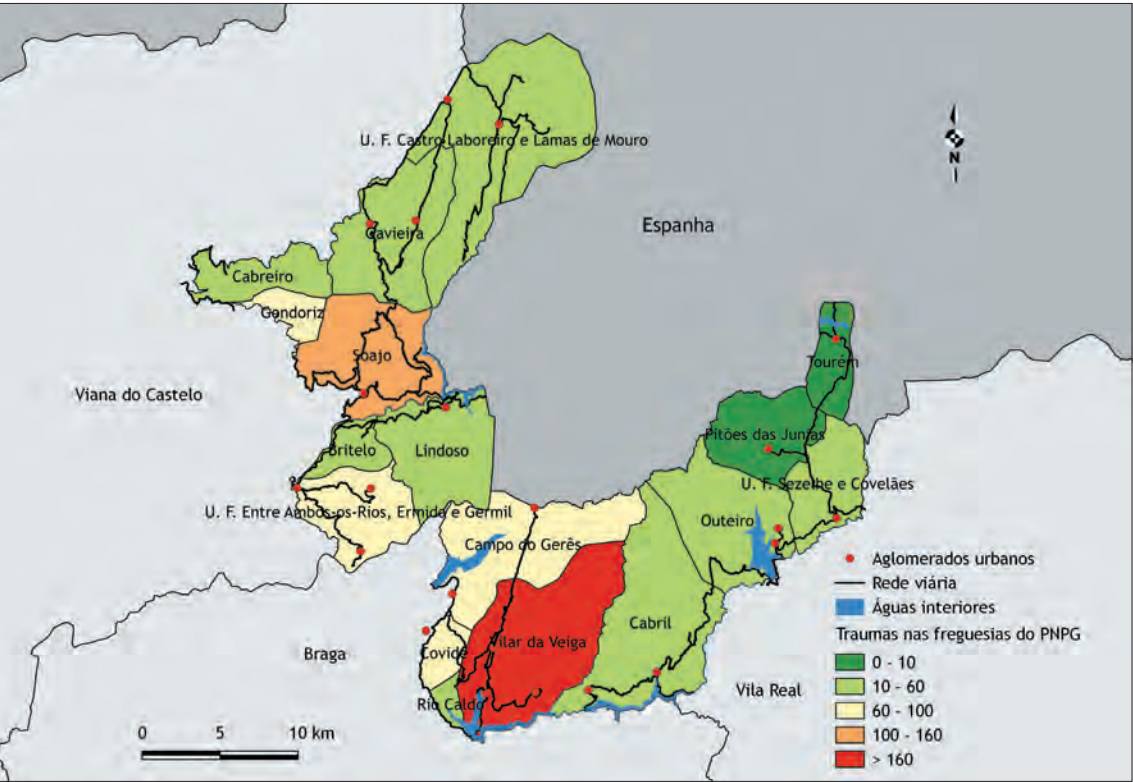


Fig. 3 - Acidentes ou quedas no PNP, 2006-2015 (Fonte dos dado: CAOP 2016, INE, Atlas do Ambiente).

Fig. 3 - Accidents or falls on PNP, 2006-2015 (Data source: CAOP 2016, INE, Environment Atlas).

da GNR e uma Ambulância de Suporte Imediato de Vida (SIV) do INEM. No interior do Parque, o tempo de deslocação dos meios apresenta maior variabilidade, devido às dificuldades em circular na rede viária, com vias estreitas e com muitas curvas. As condições meteorológicas, nomeadamente, a precipitação intensa e o nevoeiro podem agravar ainda mais as dificuldades já descritas e fazer aumentar essa variabilidade. Fora da rede viária, a resposta depende muito da distância a que se verificou a ocorrência, havendo muitas vezes a necessidade de as equipas de socorro andarem

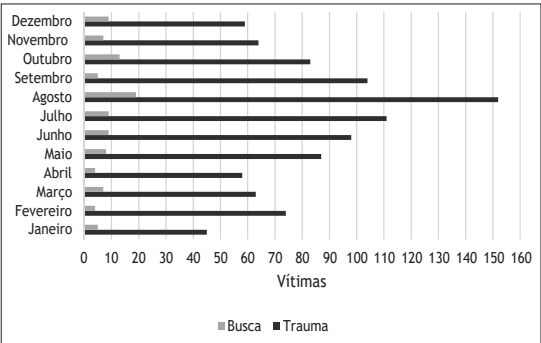


Fig. 4 - Ocorrências (distribuição mensal).
Fig. 4 - Emergency events (monthly distribution).

mais de duas horas a pé com mais ou menos equipamento, dependendo do tipo de acidente e do estado da vítima. Os operacionais fazem referência que praticamente todas as vítimas, além de receberem tratamentos pré-hospitalares também têm que ser resgatadas por equipas preparadas e com o equipamento adequado. Com recurso às informações prestadas pelos Agentes de Proteção Civil e considerando os dados registados nos últimos anos do período em análise, apresenta-se o tempo estimado para a chegada do socorro à vítima com condições meteorológicas favoráveis e sem necessidade de meios de resgate para além do transporte da vítima (TABELA II).

Além dos meios de socorro periféricos referidos, existem três meios aéreos com intervenção no PNPG, um de evacuação médica e dois de resgate e evacuação médica, onde a evacuação médica por meio aéreo está a aproximadamente uma hora e o regate por meio aéreo passa das 2 horas em período noturno.

Outro aspeto tido em consideração no estudo, foram os fatores que acentuam o risco, como os fatores meteorológicos. Pois, as situações mais complicadas acontecem no inverno e agravam-se com as condições meteorológicas no terreno. No tratamento de dados relativos aos fatores climáticos críticos, foi usada uma carta de ne-

TABELA I - Tempo (horas), para posicionar os meios de socorro à entrada do PNPG.
TABLE I - Time (hours) for rescue teams to reach the PNPG entrance.

	Melgaço Lamas de Moura	Arcos de Valdevez Soajo	Ponte da Barca Entre ambos os Rios	Terras de Bouro Campo do Gerês	Rio Caldo	Montalegre
Meios do SIOPS	00:26 (CB)	00:21 (CB, GIPS)	00:11 (CB)	00:20 (CB)	00:29 (CB)	00:31 (CB)
Meios do SIEM	SBV 00:26 (CB) SAV 00:26 (SIV)	00:21 (CB) 00:21 (SIV)	00:11 (CB) 00:17 (SIV)	00:20 (CB) 00:52 (VMER*)	00:29 (CB) 00:52 (VMER*)	00:57 (CB) 00:57 (SIV)

* Viatura Médica de Emergência e Reanimação.

TABELA II - Tempo (horas), para a chegada do socorro à vítima.
TABLE II - Time (hours), for help to reach the victim.

Ponto de entrada no Parque	Limite de via transitável	Local da ocorrência	Deslocação dos veículos de emergência no interior do parque (horas)	Deslocação das equipas de forma apeada sem material de resgate (horas)	Tempo total para o socorro chegar à vítima (horas)
Rio Caldo	Leonte	Conho	00:20	1:45	02:34
Rio Caldo	Albergaria	Albergaria-Prado da Messe	00:25	1:10	02:04
Rio Caldo	Leonte	Borrageiro	00:20	1:30	02:19
Rio Caldo	Coriscada	Rocalva	00:35	1:45	02:49
Rio Caldo	Portela do Homem	Carris	00:35	1:45	02:49
Rio Caldo	Portela do Homem	Nevosa	00:35	2:15	03:19
Rio Caldo	Coriscada	Cando	00:35	1:00	02:04
Rio Caldo	Leonte	Pé de Cabril	00:20	00:30	01:19
Terras de Bouro Campo do Gerês	Vilarinho	Serra Amarela	00:20	1:30	02:19
Arcos de Valdevez Soajo	Bouça dos Homens	Lagoa	00:00	00:25	00:46
Melgaço Lamas de Moura	Branda da Aveleira	Branda do Furado	00:30	00:40	01:36

voeiro para o PNPG (Daveau, 1985) adaptada para este território, pois esta condição meteorológica constitui um perigo que potencia a desorientação de muitos caminheiros (fig. 5).

A precipitação, muitas vezes sob a forma de neve, também é um perigo para os utilizadores e condiciona o resgate. A neve é frequente durante o inverno e início da primavera, sendo pouco frequentes em cotas inferiores a 500 m. Não existem atualmente equipamentos meteorológicos nas estações existentes capazes de avaliar e quantificar a precipitação em forma de neve devido à falta de observadores meteorológicos nas estações (Simões, I. *et al.*, 2009), embora a probabilidade de queda de neve para a longitude do PNPG, varie desde probabilidade baixa (< 500m), alta (> 1000 m) a muito alta (> 1400 m) (fig. 6). Deveria também, a este nível existir uma base de dados que refletisse o histórico de ocorrências. Os serviços municipais de proteção civil orientam-se pelas previsões do IPMA e adotam ações reativas tendo por base o conhecimento empírico. As medidas a adotar são essencialmente ao nível da rede rodoviária, dependendo das cotas a que estas se encontram.

A gravidade da mordedura por répteis venenosos foi também considerada, por exigirem tempos de resposta geralmente muito curtos. Este tipo de ocorrência não é muito frequente, o último registo remonta a agosto de 2002. Não existem dados para classificar a suscetibilidade de mordedura por áreas geográficas. Sabe-se que as víboras se alojam em muros de pedra junto aos cursos de água e que nos períodos mais quentes do ano, entre o início da primavera e o fim do verão, existe maior suscetibilidade de mordeduras (Marta *et al.*, 2005).

Depois de estudadas as ocorrências, as condições do meio e os trabalhos existentes, identificaram-se como principais perigos no PNPG, o declive orográfico, as condições meteorológicas adversas e animais venenosos. Com base nisso, foi conduzido um processo de avaliação de risco utilizando a metodologia referida em Julião *et al.* (2009), criando-se um mapa de suscetibilidade de queda nos trilhos do PNPG e de suscetibilidade dos utilizadores se perderem. Identificaram-se assim as zonas dos trilhos com suscetibilidade mais elevada (fig. 7 e 8).

Nas ações desenvolvidas com as entidades do terreno, identificaram-se também vulnerabilidades estruturais a nível dos sistemas de comunicações móveis e nos sistemas de comunicações das forças de socorro. Foram identificadas vulnerabilidades institucionais decorrentes da divisão administrativa do Parque e do seu ordenamento próprio. Foram ainda identificadas as vulnerabilidades económicas dos municípios, pois o seu rendimento *per capita* compreende-se entre os 64% e os 68% da média nacional (INE 2011). Relativamente à vulnerabilidade social, foi reportado pelos agentes de proteção civil que os utilizadores socorridos nem sempre estão preparados para as atividades que desenvolvem.

Assim, apresentam-se medidas para melhoria da segurança do PNPG, como a revisão da marcação dos trilhos, a melhoria dos sistemas de comunicações, a utilização de sistemas de comunicação digital, para georreferenciação e identificação do número de utilizadores e a melhoria dos equipamentos dos Agentes de Proteção Civil. Além das medidas estruturais, há outras medidas que urge implementar, como a criação de planos de contingência, a aprovação de um PPI para todo o Parque, o reforço da formação dos agentes de socorro e a realização regular de simulacros.

O fomento do associativismo entre praticantes e a criação de um sistema de avisos e alertas confiável com potencial de atingir todos os visitantes em todos os dias do ano são outras recomendações que valorizariam o PNPG na perspetiva do reforço da segurança de todos os seus utilizadores.

Para a elaboração de um PPI, propõe-se que o mesmo considere a uniformização de equipamentos e a valência de todos os meios de resposta identificados, assim como os procedimentos e protocolos de atuação, em todos os casos. Considera-se, ainda, que o PPI deve ser operacionalizado num comando distrital de proteção civil ou regional, tendo em consideração as recentes alterações na estrutura operacional da proteção civil.

Conclusão

A avaliação de risco e a proposta de medidas para a sua mitigação, são uma base fundamental para a gestão de risco e operacionalização da resposta. Nesta publicação reporta-se um trabalho de investigação executado com o apoio das principais entidades do terreno, comprovando a pertinência das ações onde os resultados são mais concretos e de utilidade maior para a segurança dos utilizadores do PNPG. Nesta base, foram apresentadas propostas de melhoria da segurança e operacionalização do socorro, nomeadamente, para a redução da suscetibilidade e das vulnerabilidades identificadas.

Identificaram-se freguesias onde existe um maior número de ocorrências. Na freguesia do Campo do Gerês ocorreram mais resgates e em Vilar da Veiga, ocorreram mais quedas. Não sendo possível identificar com rigor o local das ocorrências. Exige-se assim, um maior rigor nos registos em ocorrências futuras. A limitação trazida pelo desconhecimento do número de utilizadores também compromete o cálculo da probabilidade de acidente e a quantificação ou qualificação do risco. O registo dos utilizadores e a georreferenciação dos acidentes contribuirão certamente para melhorar a segurança do Parque e, principalmente, melhor identificar as áreas de intervenção, quer na sensibilização e restrições aos utilizadores, quer na implementação de algumas medidas físicas necessárias. Por não existir georreferenciação

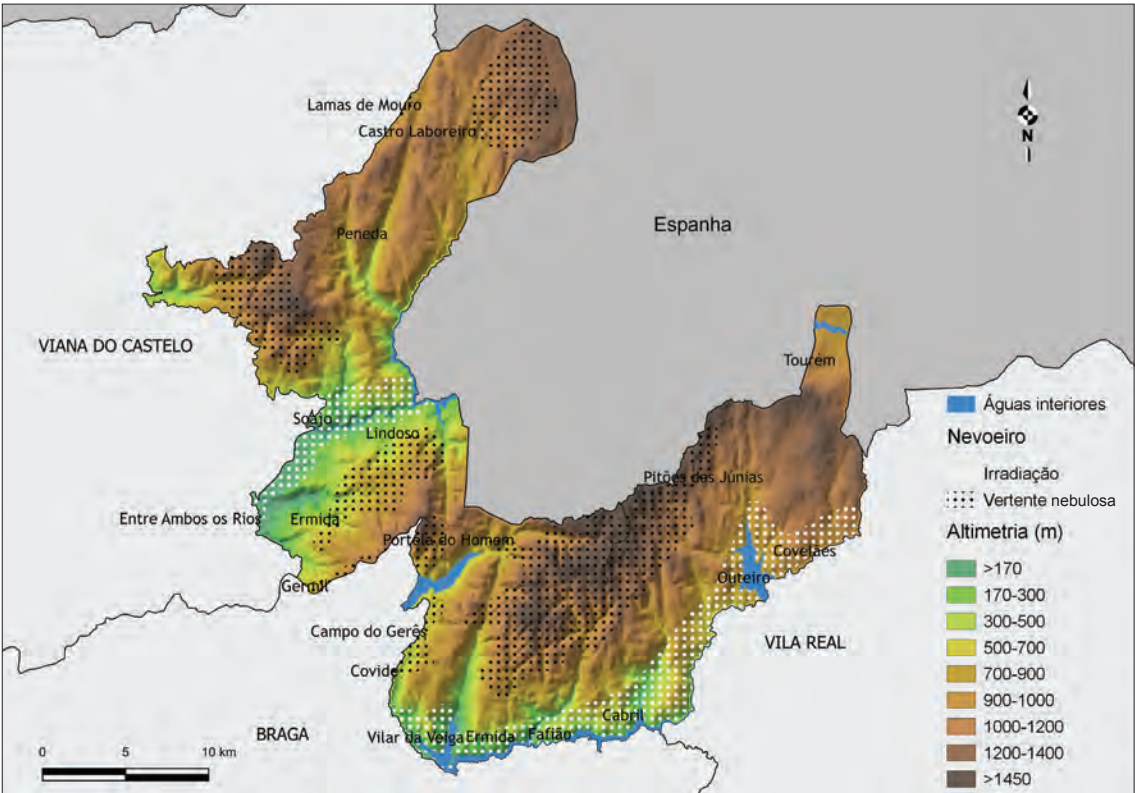


Fig. 5 - Nevoeiro no PNPG (Fonte dos dados: CAOP 2016, Daveau, 1985, EU-DEM (EEA)).

Fig. 5 - Fog in PGNP (Data source: CAOP 2016, Daveau, 1985, EU-DEM (EEA)).

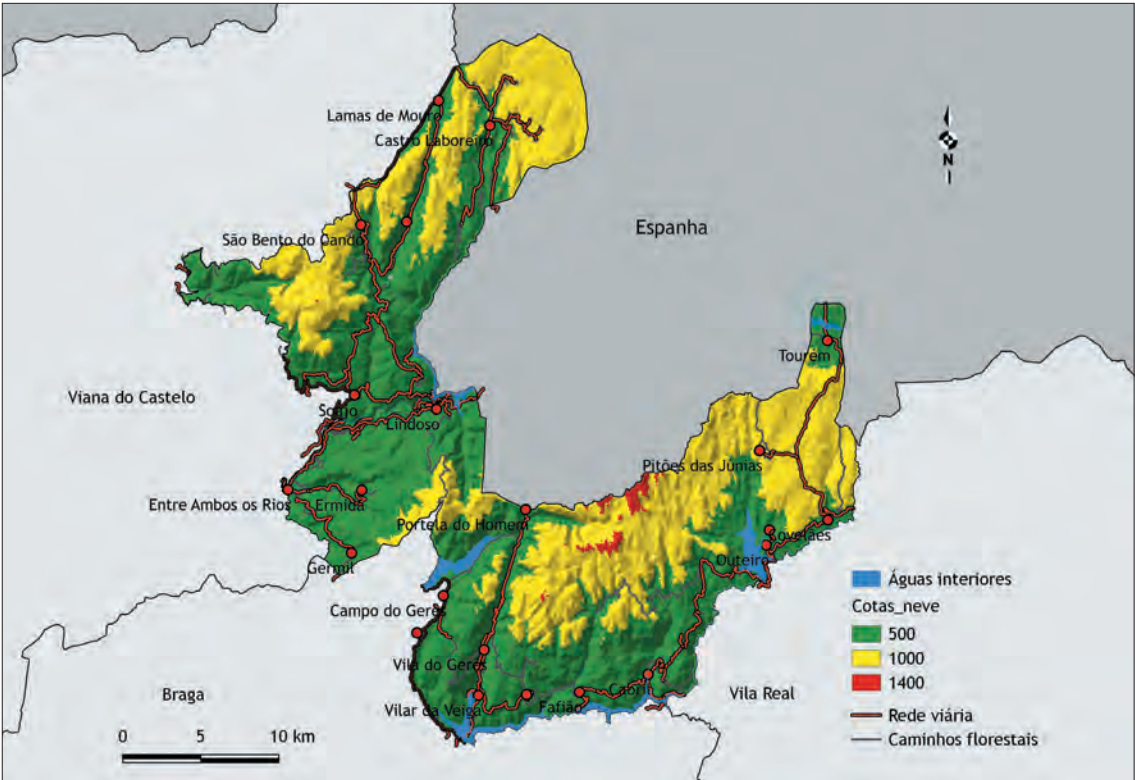


Fig. 6 - Cotas de neve no PNPG (Fonte dos dados: CAOP 2016, EU-DEM (EEA) 2016S, Simões, I. et al., 2009).

Fig. 6 - Snow level in PGNP (Data source: CAOP 2016, EU-DEM (EEA), Simões, I. et al., 2009).

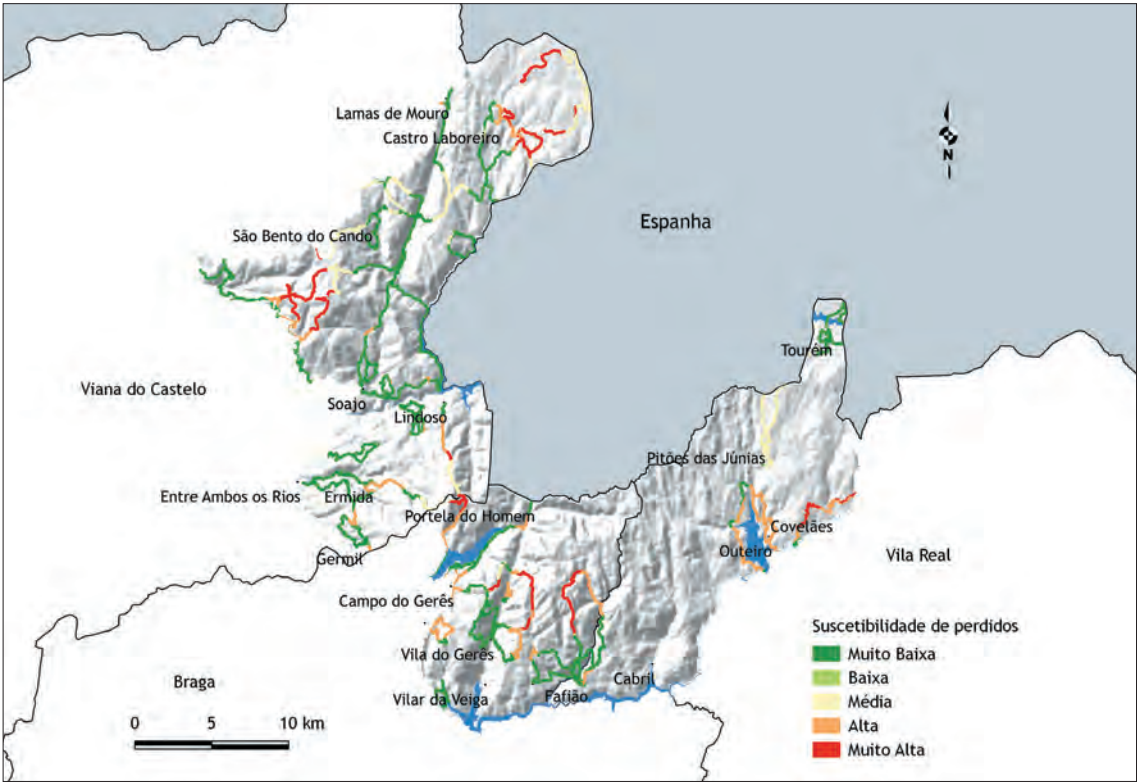


Fig. 7 - Suscetibilidade de perdidos nos trilhos do PNPG (Fonte dos dados: CAOP 2016, EU-DEM (EEA)).

Fig. 7 - Susceptibility to getting lost on PGNP trails (Data source: CAOP 2016, EU-DEM (EEA)).

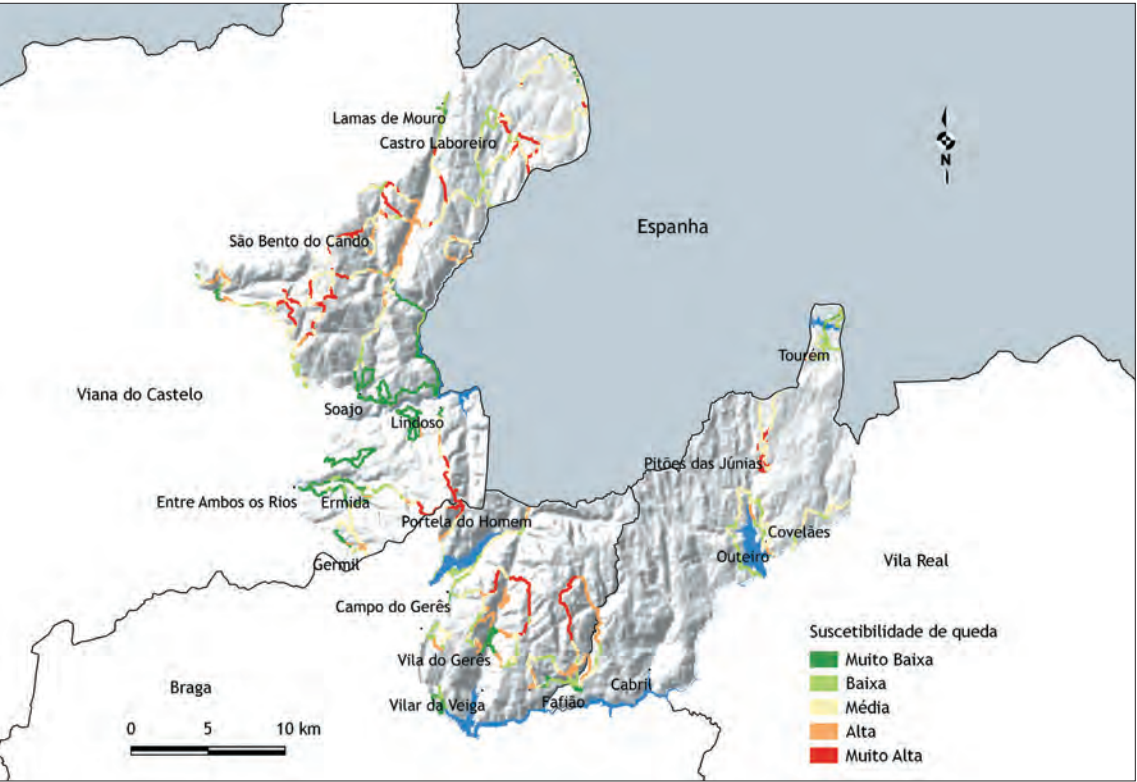


Fig. 8 - Suscetibilidade de queda nos trilhos do PNPG (Fonte dos dados: CAOP 2016, EU-DEM (EEA)).

Fig. 8 - Susceptibility to falling on PGNP trails (Data source: CAOP 2016, EU-DEM (EEA)).

ou referência clara ao local da ocorrência, não foi assim possível tratar os registos para além do limite da freguesia e referenciar claramente os locais mais perigosos. Na impossibilidade de apresentar uma razão clara que identifique as causas, nem identificar esses pontos como mais perigosos, pois os registos em que só há referência à freguesia e não existe qualquer referência ao local, são a larga maioria. Contudo, a área mais problemática identificada pelos meios de resposta, são os maciços entre os vales do Rio Homem - Rio Caldo e o vale de Rio Caldo - Rio Cávado. É nessa área geográfica que os tempos de resposta são maiores, em que a chegada dos meios de socorro à vítima, mesmo em condições meteorológicas favoráveis, pode mesmo passar as três horas. Mediante estes tempos de resposta, identifica-se como oportunidade, o posicionamento de uma força permanente no interior do Parque para melhor responder a esta fragilidade.

Neste trabalho, ficaram claras as limitações existentes e as melhorias necessárias. A nível da resposta, apresentaram-se possibilidades de melhorias, principalmente, no concelho de Terras de Bouro onde se registam mais acidentes, existem menos meios de resposta e esta é menos célere. Fica também claro que deve ser criada uma plataforma de registo dos utilizadores e um regulamento e que deve ser otimizada a segurança dentro do Parque com uma figura ou entidade que faça a gestão integrada do processo. O interesse do Parque Nacional, decorrente também de ser o único do país, leva à massificação da sua procura, muitas vezes desorganizada e alheia às especificidades de um lugar de montanha. A inexistência de normas claras para os utilizadores, de planos de contingência e intervenção em emergência e o facto de não se efetuar registo do fluxo de utilizadores, interpretam-se como condições elementares para a organização do espaço e para a segurança dos seus utilizadores.

Foram dados contributos novos em muitos aspetos, fica, todavia, incompleto. Futuramente devem ser desenvolvidas ações complementares, de importância crítica, como o aprofundamento de uma base de dados passível de reunir diferentes estudos de risco, a melhoria dos planos de incidência territorial existentes ou a criação de uma base de registos de todas as ocorrências georreferenciadas, independentemente da organização que a gere. Estes instrumentos, juntamente com a quantificação dos utilizadores, devem ser trabalhados numa tecnologia comum, baseada em SIG, com vista a permitir uma gestão integrada da segurança do Parque e das operações de resposta à emergência e, desta forma, também ao aumento da segurança no Parque, assim como a melhoria da eficiência na resposta dos agentes de proteção civil. Facilitariam ainda, a introdução e consideração destes riscos nos Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil (PMEPC), o que não acontece neste momento.

Conclui-se que a reunião de sinergias contemplando todas as organizações, com a união dos municípios em torno dos interesses comuns, contribuirão, certamente, para um melhor aproveitamento do território e consequente valorização de uma grande região com enorme potencial.

Bibliografia

- AEmet, IPMA (2011). *Atlas Climático Ibérico - Iberian Climate Atlas*.
- Ayora, A. (2011). Gestión del riesgo en las zonas de montaña. Una visión sistémica. In *Seguritecnia*, 36-41.
- CENSOS (2011). *Resultados Definitivos - Portugal*. Instituto Nacional de Estatística I.P.
- Daveau, S. (1985). Mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos. *Memórias do Centro de Estudos Geográficos*. Lisboa.
- Eiras, J., Costa, A., Santos, M. (2016). *Avaliação de Riscos Associados a Atividades de Montanha no Parque Nacional da Peneda - Gerês*. Civil Protection and Risk Analysis Group Portugal. Faculdade de Ciências Naturais, Engenharias e Tecnologias, Universidade Lusófona do Porto. Disponível em: <https://riscos-montanha-pnpg.webnode.com/>.
- Henriques, P. C. (2002). *Parque Nacional da Peneda-Gerês*. ICNF, Lisboa.
- Julião, R., Nery, F., Ribeiro, J., Branco, M., e Zêzere, J. (2009). *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*. Autoridade Nacional de Proteção Civil. Disponível em: http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf
- Macedo, A., Regalo H. e Barros A. (2011). *Parque Nacional da Peneda-Gerês: 40 anos de protecção*. ICNB (ICNF)
- Marta, M. J., Oliveira, A., e Saavedra, J. A. (2005). Casos Clínicos Mordedura de Víbora - situação potencialmente grave Snake bite - a potentially serious condition. *Medicina Interna*, 12.
- PROTEÇÃO CIVIL E BOMBEIROS, AÇORES - <https://www.prociv.azores.gov.pt/noticias/ver.php?id=2124&fbclid=IwAR1Q-c99MRPhiyWjPY4tFti5ta26tn0t5y38IKHUUhDKEY7SzCLLTBJZDc8>, consultado a 14 de abril de 2019.
- Simões, I., Silva, A., Passanha, L. M. (2009). Episódios de neve em Portugal. In *V Encontro Nacional de Riscos*, Coimbra, 1-23.

(Página deixada propositadamente em branco)

MODELAÇÃO E CENARIZAÇÃO DE ACIDENTES COM MATÉRIAS PERIGOSAS NAS INFRAESTRUTURAS
DE TRANSPORTE DO MUNICÍPIO DE MORTÁGUA*

125

MODELLING AND STAGING ACCIDENT SCENARIOS WITH DANGEROUS SUBSTANCES IN THE TRANSPORT
INFRASTRUCTURE OF THE MUNICIPALITY OF MORTÁGUA

Daniel Rodrigues

ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração (Portugal)

ORCID 0000-0003-4455-231X dafonso.rodriguez@gmail.com

Johnny Reis

Universidade de Aveiro, CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Dep. de Ambiente e Ordenamento

ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração, Centros de Estudos de Proteção Civil (Portugal)

ORCID 0000-0003-4500-3937 johnnyreis@ua.pt

Carlos Hermenegildo

ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração (Portugal)

ORCID 0000-0002-4065-4733 cmh@iscia.edu.pt

RESUMO

O desenvolvimento e o bem-estar das sociedades industrializadas obrigam à inevitável convivência com matérias perigosas. Encontramo-las nos diversos estados físicos, em condições de pressão e temperatura muito distintas, armazenadas dentro de unidades industriais e espaços comerciais com características distintas, nas mais variadas vias de comunicação convencionais ou nas condutas de transporte implantadas ao longo do território, contribuindo, significativamente, para a sua dispersão territorial. Este estudo refere-se, exclusivamente, à área do município de Mortágua. Pretendeu-se com ele proceder ao levantamento das infraestruturas que suportam o transporte de matérias perigosas, o tipo de matérias perigosas que nelas circulam e a sua frequência de transporte. Posteriormente, recorreu-se ao *software* ALOHA® para simular a ocorrência de um acidente em cada infraestrutura, motivando três situações distintas: a propagação de uma nuvem tóxica, de uma nuvem inflamável e da radiação térmica provocada por BLEVE ou *Jet Fire*. Os resultados obtidos confirmam a falta de informação relativa a alguns tipos de transporte de matérias perigosas e, quando existe, não está tratada de forma adequada.

Palavras-chave: ALOHA®, tóxica, inflamável, radiação, Mortágua.

ABSTRACT

The development and well-being of industrialized societies inevitably requires coexistence with dangerous substances. These can be found in different physical states, under very different pressure and temperature conditions, stored inside industrial units and commercial spaces with different characteristics, on every kind of conventional transport link or in pipelines deployed throughout the country, thereby greatly contributing to their territorial distribution. This study concentrated on the municipality of Mortágua. It consisted of a survey of the infrastructure that supports the transport of dangerous substances, the type of dangerous substances that make use of it and how frequently they are transported. ALOHA® software was subsequently used to simulate the occurrence of an accident in each infrastructure element, to create three different situations, namely, the propagation of a toxic cloud, a flammable cloud, and the thermal radiation caused by BLEVE or jet fire. The results reveal the lack of information about some types of transport of dangerous substances and when it does exist, it is not properly treated.

Keywords: ALOHA®, toxic, flammable, radiation, Mortágua.

* O texto desta nota foi submetida em 27-08-2018 sujeito a revisão por pares a 10-10-2018 e aceite para publicação em 19-07-2019.

Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Nunca como agora a Humanidade teve uma interação tão elevada com matérias ou preparações consideradas perigosas. A busca incessante por novas substâncias e produtos para os mais variados fins e das mais variadas indústrias tem provocado um aumento exponencial do número deste tipo de matérias. *“Não admira, portanto, que existam mais de 7 milhões de substâncias potencialmente perigosas registadas (ECHA) que incluem explosivos, gases, líquidos e sólidos inflamáveis, materiais infecciosos, tóxicos, radioativos e corrosivos e resíduos perigosos”* (Costa *et al.*, 2013).

O Decreto-Lei n.º 150/2015 de 5 de agosto, que transpõe a Diretiva n.º 2012/18/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de julho de 2012, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, define que matéria perigosa é qualquer substância ou mistura que apresenta características de perigosidade intrínsecas, capazes de originar danos para as pessoas, para os animais, para as instalações e equipamentos e/ou para o ambiente.

Os riscos inerentes às Matérias Perigosas (MP) poderão ser reduzidos se for tida em conta a forma como estas são manuseadas durante o seu fabrico, armazenamento ou transporte. Estes riscos estão fortemente associados à formação de atmosferas perigosas (tóxicas ou explosivas, por exemplo), as quais poderão ocorrer de várias formas (Santos e Neves, 2005, p. 10):

- Acidentes que envolvam derrames, fugas ou emissões de MP no decorrer de processos de fabrico, de armazenamento ou de transporte, estando associados, na sua grande maioria, ao desrespeito das normas de segurança;
- Incêndios que envolvam a combustão de MP;
- Durante processos industriais em que sejam utilizadas;
- O chamado efeito dominó resultante de uma qualquer ocorrência.

O facto de muitas das MP não se destinarem a ser utilizadas no local onde são produzidas conduz à necessidade de se proceder ao seu transporte, para locais mais ou menos distantes, recorrendo-se às vias de transporte aéreo, marítimo, terrestre (rodoviário e ferroviário), bem como a condutas (Costa *et al.*, 2013).

Conforme referido anteriormente, o risco inerente ao transporte de MP encontra-se associado, em grande medida, à formação de atmosferas perigosas. Embora estas ocorrências não sejam muito prováveis, quando acontece, a realidade revela resultados nefastos para as pessoas, animais, equipamentos, infraestruturas e ambiente. São exemplos, a explosão de um camião-cisterna que transportava gasolina perto da cidade de Ahmedpur, no Paquistão, a 25 de junho de 2017, donde resultaram 153 mortos e 50 feridos em estado crítico

(Diário de Notícias, 2017); a explosão de um comboio carregado de explosivos quando passava pela cidade de Ryongchon, na Coreia do Norte, a 22 de abril de 2004, matando 161 pessoas e o descarrilamento e consequente explosão de uma composição ferroviária com 51 vagões cheios de petróleo, fertilizantes e enxofre perto da cidade de Nishapur, no Irão, a 18 de fevereiro de 2004, onde mais de 300 pessoas morreram (Segurança e Ciências Forenses, 2012).

Em Portugal constam como ocorrências relevantes os acidentes que ocorreram em Lourosa, no ano de 1979, onde a colisão e o incêndio de um camião-cisterna de transporte de combustíveis provocou 7 feridos; em Matosinhos, no ano de 2004, onde um incêndio após a rutura de um *pipeline* do terminal de petroleiros do porto de Leixões provocou dois feridos e destruiu parcialmente a marina; e em Lisboa, no ano de 2008, onde o despiste de um camião-cisterna de transporte de combustíveis provocou um violento incêndio que destruiu três casas (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014).

Objetivos

Nas sociedades modernas, as populações exigem um elevado nível de segurança e de bem-estar, assim como a preservação da qualidade do ambiente. Para que se consiga atingir estas exigências é necessário atuar de forma eficaz antes, durante e após as ocorrências. No que se refere à prevenção é necessário que haja, *a priori*, dados suficientes que permitam minimizar as consequências de um possível acidente, possibilitando a implementação das medidas de mitigação necessárias à minimização dos prejuízos, mas, principalmente, que permitam atuar no quadro do ordenamento do território, através da adequada localização das populações e das atividades económicas (Julião *et al.*, 2009, p. 11). Assim, com este trabalho pretende-se identificar as MP, os locais por onde circulam, a sua frequência, modelar vários cenários de acidente para cada tipo de transporte e identificar os principais elementos expostos, no município de Mortágua. Pretende-se, assim, dar a conhecer novos dados relativos a esta temática e perspetivar possíveis consequências de um acidente.

Área de estudo

O município de Mortágua localiza-se no extremo sul do distrito de Viseu e apresenta uma área de 251,18 km² (fig. 1). De acordo com os Censos de 2011, a população residente era de 9607 habitantes, distribuídos de forma heterogénea por 91 localidades. A vila de Mortágua, sede do município, é a que apresenta maior número de habitantes, num total de 1248 (Instituto Nacional Estatística, 2011). Mais de 50 % dos habitantes (cerca de 5000) residem em apenas 16 localidades, situadas na periferia das várzeas da Ribeira de Mortágua e da Ribeira da Fraga.

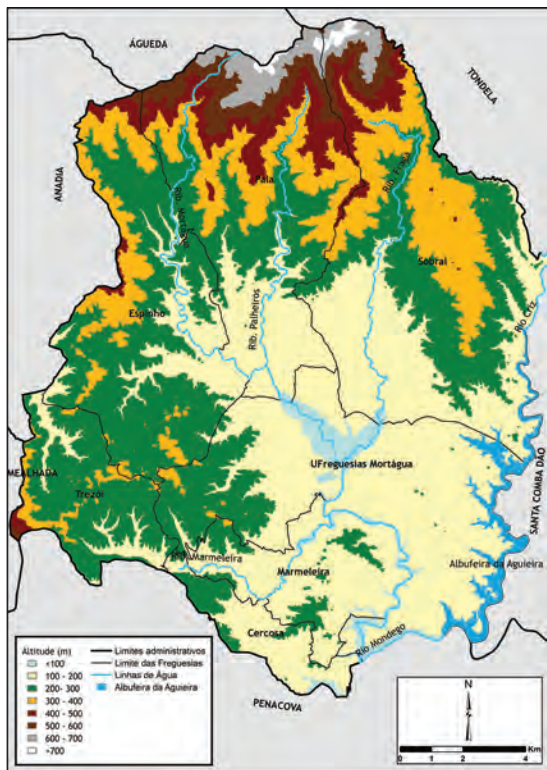


Fig. 1 - Enquadramento e hipsometria de Mortágua (Fonte dos dados: Bombeiros Voluntários de Mortágua (BVM), Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) 2017, (Instituto Nacional Estatística, 2011)).

Fig. 1 - Placement and hypsometry of Mortágua (Data source: Bombeiros Voluntários de Mortágua (BVM), Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) 2017, (Instituto Nacional Estatística, 2011)).

Infraestruturas

O município apresenta uma série de infraestruturas nas áreas da saúde, educação, cultura, religião, desporto, lazer, restauração, hotelaria e indústria. A maioria situa-se dentro da vila de Mortágua e nas suas proximidades, escasseando à medida que nos distanciamos (fig. 2).

Não menos importante é o facto de existir uma variada rede de infraestruturas que possibilitam o transporte de pessoas e/ou de mercadorias. Destas destacam-se a rede rodoviária, a rede ferroviária e a rede de transporte e distribuição de Gás Natural (fig. 3).

Rede Rodoviária

As principais vias desta rede apresentam uma distribuição radial relativamente à localidade de Mortágua. Exceção é o troço do IP3 que se localiza no extremo sudeste do município. As infraestruturas rodoviárias mais relevantes do município são a Estrada Nacional 234 (EN234), que permite ligação à

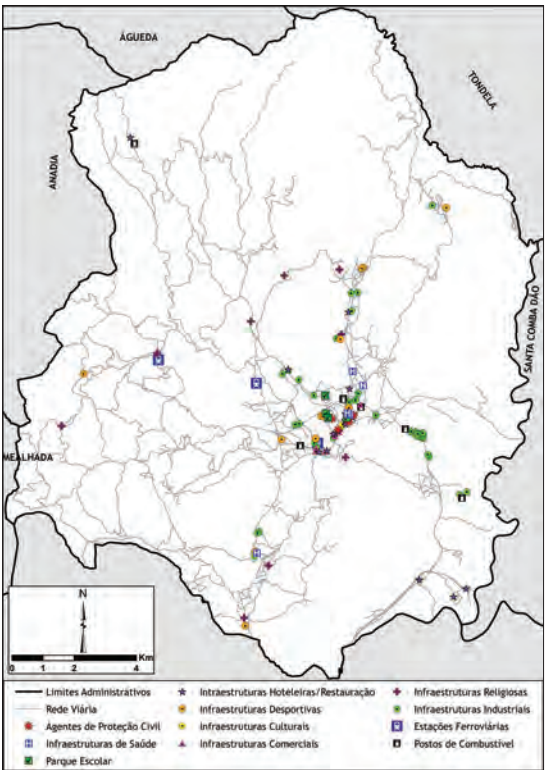


Fig. 2 - Distribuição das infraestruturas (Fonte dos dados: Google Earth, BVM, CAOP 2017).

Fig. 2 - Distribution of infrastructure (Data source: Google Earth, BVM, CAOP 2017).

Autoestrada N.º 1 (A1), no município da Mealhada, a Estrada Nacional 228 (EN228) que permite a ligação do Itinerário Principal N.º 3 (IP3) e a Zona Industrial de Mortágua, a Estrada Nacional 334-1 (EN334-1) e o IP3, que permite simultaneamente a ligação ao nó da A1 em Coimbra-Norte e ao nó da A25 em Viseu, tendo estas duas vias uma importância estrutural para a Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T).

O troço do IP3 que se encontra dentro da área do município de Mortágua tem, aproximadamente, 5,2 km. Uma das extremidades encontra-se sobre a foz da Ribeira de Mortágua e a outra localiza-se sobre a foz do Rio Dão. Atravessa a localidade de Almaça e localiza-se junto a duas importantes unidades hoteleiras do Município, o Hotel Monte Rio Agueira e o Aldeamento do Vale da Agueira, Montebello Agueira & SPA. Este troço apresenta duas vias no sentido Coimbra-Viseu, entre a foz da Ribeira de Mortágua e a saída de Mortágua, e uma via no sentido contrário. Entre a Foz do Rio Dão e a saída de Mortágua apresenta duas vias no sentido Viseu-Coimbra e uma via no sentido Coimbra-Viseu.

Relativamente ao tráfego existente no IP3, o Relatório de Monitorização da Rede Rodoviária Nacional de



Fig. 3 - Principais infraestruturas de transporte (Fonte: Google Earth, (GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A., 2017)).

Fig. 3 - Main transport infrastructure (Source: Google Earth, (GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A., 2017)).

2010 do Instituto das Infraestruturas Rodoviárias de Portugal, apresenta uma estimativa do Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) para o troço compreendido entre Viseu e Coimbra, que medeia entre os 10000 e os 35000 veículos, sendo que destes 10 % a 15 % são veículos pesados. Este relatório, que compara os valores referentes aos anos 2005 e 2010, conclui que não ocorreram variações significativas neste período (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, IP, 2011, p. 37 e 38).

Também a Memória Descritiva do Plano de Ação do Troço IP 3 - Mortágua EN228 / Raiva IC, das Estradas de Portugal, realizado em 2013, faz referência à contagem do TMDA em 2006 e 2011, e que seria de 14036 veículos e de 12628 veículos, respetivamente. O referido estudo apresenta, ainda, a distribuição dos valores do Tráfego Médio Horário referentes ao ano de 2006, de acordo com os três períodos de referência indicados no Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (Estradas de Portugal, S.A., 2013) (TABELA I)

Esta rodovia é considerada de suscetibilidade elevada (nível mais elevado numa escala de três) à ocorrência de acidentes rodoviários em cadeia, com tendência para provocar um elevado número de vítimas. Relativamente a acidentes envolvendo MP, a suscetibilidade destes

TABELA I - Tráfego Médio Horário no IP3.
TABLE I - Average Traffic per hour on IP3.

Tráfego Médio Horário			
Veículos/Período	Diurno	Entardecer	Noturno
Ligeiros	700	428	182
Pesados	129	79	34

Fonte/Source: Estradas de Portugal, S.A., 2013, p. 2.

ocorrerem é moderada (segundo nível mais elevado numa escala de três) (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014, p. 112, 125).

Rede Ferroviária

A infraestrutura ferroviária existente no município corresponde a uma secção da Linha da Beira-Alta (LBA). É uma das principais ligações ferroviárias entre Portugal e a Europa e está integrada na RTE-T. Caracteriza-se por ser uma linha de via única e eletrificada.

Esta via é considerada de suscetibilidade elevada à ocorrência de acidentes ferroviários (nível mais elevado numa escala de três), com ou sem envolvimento de MP, em toda a sua extensão. Dois dos cinco acidentes ferroviários mais relevantes ocorridos em Portugal registaram-se nesta linha, embora nenhum deles tenha envolvido transporte de matérias perigosas (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014, p. 115).

Rede de transporte e distribuição de Gás Natural

Em setembro de 1999 entrou em funcionamento o Gasoduto Mealhada - Viseu, pertencente ao Lote 6 da Rede Nacional de Transporte de Gás Natural (RNTGN), (Soares, 2009, p. 14). A totalidade do Gás Natural (GN) consumido no município provém desta infraestrutura, concessionada à REN.

A Estação de Redução e Contagem de Gás Natural (GRMS) localiza-se a cerca de 1 km a leste da localidade de Moutinhoal e serve de interface à rede de distribuição de GN. Esta rede de distribuição, concessionada à BeiraGás, apresenta dois ramos com direções distintas. Um dos ramos segue o sentido este, dirigindo-se para a Zona Industrial de Mortágua; o segundo dirige-se para oeste, para a localidade de Gândara, onde se encontra localizado um Posto de Regulação e Medida (PRM). A partir desse local a rede segue em direção à vila de Mortágua, aumentando o número de ramificações, com alterações no diâmetro das condutas e da pressão no seu interior.

Metodologia

A realização deste estudo prendeu-se com a necessidade de identificar os locais por onde circulam MP, quais as

MP transportadas e qual a sua frequência. Após a análise dos dados referidos anteriormente, modelaram-se cenários de acidente para cada forma de transporte e produziram-se tabelas, gráficos e mapas, com o objetivo de melhorar a compreensão da informação apresentada.

Identificação dos locais e das MP transportadas

Para se conseguir identificar as formas de transporte de MP recorreu-se à análise espacial do município, procurando infraestruturas capazes de garantir essas funções. Posteriormente, procedeu-se ao levantamento das MP transportadas, recorrendo a metodologias distintas para cada forma de transporte, uma vez que estas informações apresentavam origens distintas.

A obtenção de informação relativa ao transporte de MP por estrada assumiu duas formas, uma para as EN e outra para o troço do IP3. A informação relativa ao transporte de MP nas EN passou por tentar, em primeiro lugar, perceber que entidades recebem matérias que possam ser classificadas como perigosas e, em segundo, perceber qual a frequência e o itinerário normalmente utilizado, junto dos operacionais das mesmas e das empresas que realizam estes tipos de transporte. Os questionários foram realizados oralmente, com consentimento verbal, depois de se lhes ter sido explicado o intuito dos mesmos e sem que tenham sido registados os nomes dos entrevistados.

No que diz respeito à obtenção de informações relativas ao IP3, estas foram conseguidas por observação direta na estação de serviço do Chamadouro, localizada junto à foz do rio Criz. Este ponto, apesar de não se situar dentro da área do município, encontra-se numa zona de fronteira, considerando-se o local que apresentava melhores condições logísticas e de segurança para a permanência do observador por largos períodos de tempo (fig. 4).



Fig. 4 - Local de monitorização do IP3 (Fonte: Google Earth, BVM).

Fig. 4 - IP3 monitoring point (Source: Google Earth, BVM).

A observação consistiu na monitorização durante duas semanas (segunda-feira a domingo) em épocas do ano distintas. O período de monitorização da primeira semana foi realizado entre o dia 1 de março e o dia 13 de abril de 2017 e o período de monitorização da segunda semana foi realizado entre o dia 1 de julho e o dia 14 de agosto de 2017. Estes períodos foram escolhidos com o intuito de comparar a realização dos transportes numa altura do ano em que as empresas se encontram, normalmente, em plena laboração (01/03/2017 a 13/04/2017) e noutra, em que poderá haver alteração do fluxo de transportes resultante do encerramento temporário ou da alteração do horário laboral habitual das empresas expedidoras, transportadoras e/ou destinatárias, como consequência do período de férias (01/07/2017 a 14/08/2017). A monitorização de cada dia da semana fez-se em espaços de tempo aleatórios, não contemplando o período entre a 01h00min e as 05h00min, perfazendo um total de 280 horas de observação. A compilação dos resultados da monitorização permitiu a sua análise estatística, procurando relações entre os diversos dias da semana e as distintas épocas do ano.

Relativamente ao transporte de MP por ferrovia, a obtenção dos dados passou pela consulta das fichas com informações relativas a cada transporte que ocorrem na LBA, enviadas pela CP Carga nos anos 2014, 2015 e até junho de 2016 e pela MEDRAIL (primeiro nome temporário dado à empresa CP Carga até se tornar definitivamente MEDWAY) durante o período compreendido entre junho de 2016 e 31 de dezembro de 2016, para a ANPC, com posterior encaminhamento para os agentes de proteção civil das áreas por onde está previsto passar o referido transporte. A compilação dos dados das fichas permitiu a análise estatística, procurando obter relações entre os anos em que foram realizados os transportes.

Junto das fontes indicadas pelas entidades a quem foi concessionada a rede de transporte e de distribuição de GN, pretendeu-se obter dados relativos à pressão existente dentro das condutas, bem como aos valores do diâmetro nominal das mesmas.

Classificação das MP

O transporte de MP por via rodoviária e ferroviária, está regulamentado no Decreto-Lei n.º 111-A/2017 de 31 de agosto, Anexos I e II, que procede à quarta alteração do Decreto-Lei n.º 41 - A/2010, de 29 de abril, alterado pelos Decretos-Lei n.º 246-A/2015 de 21 de outubro, 206 - A/2012, de 31 de agosto e 19-A/2014, de 7 de fevereiro. O Anexo I do referido Decreto-Lei apresenta a mesma redação que as correspondentes redações do anexo A e B do acordo Europeu Relativo ao Transporte de Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada (ADR) e o Anexo II apresenta a mesma redação do Regulamento Relativo ao Transporte Ferroviário

Internacional de Matérias Perigosas (RID). Para ambos os tipos de transporte as matérias encontram-se agrupadas em Classes (TABELA II).

TABELA II - Classificação das Matérias Perigosas.

TABLE II - Hazardous Materials (HM) Classification.

Classificação das Matérias Perigosas	
Classe 1	Matérias e objetos explosivos
Classe 2	Gases
Classe 3	Líquidos inflamáveis
Classe 4.1	Matérias sólidas inflamáveis, matérias autorreativas e matérias explosivas dessensibilizadas sólidas
Classe 4.2	Matérias sujeitas a inflamação espontânea
Classe 4.3	Matérias que, em contacto com água, libertam gases inflamáveis
Classe 5.1	Matérias comburentes
Classe 5.2	Peróxidos orgânicos
Classe 6.1	Matérias tóxicas
Classe 6.2	Matérias infecciosas
Classe 7	Matérias radioativas
Classe 8	Matérias corrosivas
Classe 9	Matérias e objetos perigosos diversos

Modelação de Cenários

No contexto deste trabalho, a modelação de cenários tem como objetivo avaliar o alcance da ocorrência de situações de nuvens tóxicas, de nuvens inflamáveis e de radiação térmica, provocada por *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* (BLEVE) ou por *Jet Fire*, provenientes da libertação ou dos derrames de MP como consequência um acidente, para cada um dos meios de transporte identificados, recorrendo, para tal, ao software ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Os dados utilizados na modelação podem agrupar-se em localização, data e hora, substância química, dados meteorológicos, equipamento onde se encontra a MP e características do dano no equipamento.

Software utilizado na modelação

Um dos *softwares* de acesso livre disponibilizados na Internet para a modelação de cenários que envolvem matérias perigosas é o ALOHA®, desenvolvido pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e pela Environmental Protection Agency (EPA) dos EUA. Este *software* pode ser utilizado na vertente de treino, planeamento ou resposta à emergência, com possibilidade de exportação dos dados da modelação para ambiente SIG ou para o Google Earth (Costa, 2015, p. 27).

Com o ALOHA® é possível estimar a extensão espacial de alguns dos riscos associados à libertação accidental de produtos químicos voláteis e inflamáveis, por curtos

períodos de tempo. A área onde existe a possibilidade de exposição a vapores tóxicos, a atmosfera inflamável, a sobrepressão de uma explosão de nuvem de vapor ou radiação térmica de um incêndio são representadas graficamente como zonas de ameaça (*Threat Zone*). Contudo, o ALOHA® poderá apresentar limitações na realização da modelação, nomeadamente em situações em que o vento apresente baixa velocidade (<1,5 m/s não realiza modelação), as condições atmosféricas apresentem elevada estabilidade, existam sucessivas mudanças da direção do vento ou exista grande influência da topografia, levando à produção de resultados pouco fiáveis (Costa, 2015, p. 26).

Dados da modelação

Determinou-se que o critério para a definição de cada item destes parâmetros fosse o mais idêntico possível para todos os cenários. O local do acidente foi definido tendo em conta o ponto do itinerário percorrido pela matéria perigosa que apresentasse uma maior proximidade a um elevado número de elementos expostos, sendo considerado como fator de diferenciação o maior número de pessoas. Relativamente à data em que ocorre o acidente considerou-se um mês em que foram registados transportes das MP em causa, ou em que a probabilidade de estes terem ocorrido fosse bastante elevada. Para definir a hora escolhida para a ocorrência do acidente considerou-se os vários horários em que foram registados os transportes da matéria, tendo-se definido um horário aproximado.

A escolha da MP utilizada na modelação teve em conta a análise dos dados, tendo-se optado pela matéria que apresenta maior frequência de transporte entre as que exigem maior distância de evacuação em caso de incêndio e de grande derrame, de acordo com o Manual de Intervenção em Emergências com Matérias Perigosas Químicas, Biológicas e Radiológicas (MIEMP) (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011).

No que se refere aos dados meteorológicos utilizados na modelação optou-se pelo seguinte: relativamente à velocidade do vento, assumir o valor definido na Avaliação Nacional do Risco (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014, p. 33), sendo a sua direção definida pelo quadrante oposto ao que apresentava maior número de elementos expostos. Relativamente à temperatura considerou-se a aproximação às normais climatológicas para o mês definido anteriormente na cidade de Viseu. Tendo em conta o período do dia considerou-se como valor de referência para o período diurno o valor médio da temperatura máxima e para o período noturno o valor médio da temperatura mínima (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2017).

Relativamente ao equipamento onde se encontra a MP definiu-se a forma e as dimensões aproximadas de um equipamento comumente utilizado para este efeito,

bem como as condições de armazenamento a que a MP se encontra sujeita. A dimensão do dano que permite a fuga da matéria perigosa é semelhante nas três situações, estando este localizado numa posição favorável à libertação de uma grande quantidade de matéria.

Nuvem Tóxica

A modelação de uma nuvem tóxica permite perceber os níveis de dispersão espacial da MP sabendo-se que, para determinados valores de concentração da matéria, estão associados efeitos para a saúde humana. Uma das formas de representar os valores limite de exposição para o público em geral é através do *Acute Exposure Guideline Level* (AEGL). Os AEGL referem-se a períodos de exposição que podem variar entre os 10 minutos e as 8 horas e subdividem-se em três níveis, AEGL-1, AEGL-2 e AEGL-3, que representam valores de concentração da matéria no ar em partes por milhão (ppm) ou em miligramas por metro cúbico (mg/m³), acima dos quais a população em geral, incluindo indivíduos vulneráveis, poderão sofrer efeitos adversos para a saúde (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011, p. 303).

O ALOHA® utiliza valores padrão AEGL, em ppm para a modelação de nuvens tóxicas para períodos de exposição até 60 minutos, relacionando os três níveis do AEGL com as respetivas consequências da exposição (TABELA III).

TABELA III - Consequências de cada nível AEGL.

TABLE III - Consequences of each AEGL level.

Níveis AEGL	Consequências da exposição
AEGL-3	Ocorrência de efeitos para a saúde com perigo de morte.
AEGL-2	Ocorrência de efeitos irreversíveis ou outros efeitos adversos graves e prolongados para a saúde ou que possam diminuir a capacidade dos indivíduos procurarem um local seguro.
AEGL-1	Ocorrência de desconforto notório, irritação, ou alguns efeitos não sensoriais assintomáticos. No entanto, os efeitos para a saúde não são incapacitantes, são transitórios e reversíveis após a exposição terminar.

Fonte/Source: Costa, 2015, p. 39.

Nuvem Inflamável

A libertação de um gás inflamável que não se encontre em combustão forma uma nuvem que tende a deslocar-se com o vento. Num evento deste tipo é expectável a formação isolada de bolsas de gás dentro da nuvem que apresentem valores de concentração compreendidos entre os limites superior e inferior de inflamabilidade. Estas bolsas, denominadas de *pockets*, tendem a estar rodeadas por áreas em que a concentração do gás se encontra acima do limite superior de inflamabilidade, ou abaixo do limite

inferior de inflamabilidade, o que faz com que, caso estas bolsas sofram ignição, ocorra um fenómeno denominado de *flame pockets* (Costa, 2015, p. 45).

O ALOHA® determina três níveis de concentração que representam, em percentagem, a probabilidade de a nuvem apresentar concentrações de gás acima do *Low Explosive Limit* (LEL) e as potenciais consequências em caso de ignição (TABELA IV).

TABELA IV - Probabilidade de se ultrapassar LEL e consequências.

TABLE IV - Possibility of overcoming LEL and consequences.

Nível de concentração	Consequências
LEL=100 %	Existem todas as condições para ocorrer a ignição da nuvem
LEL>60 %	Explosão da nuvem ("VCE - Vapor Cloud Explosion"); Rápido incêndio da nuvem ("flash fire"); Ignição das bolsas de gás ("flame pockets").
LEL>10 %	Possibilidade de ignição da nuvem

Fonte/Source: Costa, 2015, p. 45.

Radiação Térmica

As causas da radiação térmica poderão ser a ocorrência de BLEVE ou de *Jet Fire*. O BLEVE pode ser caracterizado em dois tipos, o *Cold BLEVE* e o *Hot BLEVE*. O *Cold BLEVE* pode dever-se a defeitos estruturais dos materiais ou do próprio reservatório, ou, ainda, por ocorrer um impacto no reservatório; o *Hot BLEVE* tende a ocorrer quando o reservatório é afetado por um incêndio, levando à ebulição da matéria armazenada e consequente libertação pelas válvulas de segurança. Quando não existe mais líquido, a estrutura do reservatório começa a ceder podendo ocorrer o rebentamento do mesmo. O *Jet Fire* tende a verificar-se quando há libertação pressurizada de um hidrocarboneto em forma de chama. A radiação térmica provocada pela chama pode danificar a estrutura do reservatório potenciando a ocorrência de BLEVE (Costa, 2015, p. 7).

O ALOHA® define 3 níveis padrão para a intensidade de radiação térmica, aos quais estão associados determinados danos para a saúde humana (TABELA V).

TABELA V - Radiação térmica e consequências.

TABLE V - Thermal radiation and consequences.

Intensidade	Consequências da exposição
10,0 kW/m ²	Potencialmente letal em 60 segundos
5,0 kW/m ²	Potencial para a ocorrência de queimaduras de 2º grau em 60 segundos
2,0 kW/m ²	Potencial para a ocorrência de dores em 60 segundos

Fonte/Source: Costa, 2015, p. 35.

Resultados dos levantamentos

Transportes rodoviários de MP

Para realizar o levantamento das MP que circulam nas EN e Estradas Municipais e na impossibilidade de obter dados oficiais junto das entidades sobre a frequência de transporte relativa a cada matéria perigosa recorreu-se a questionários informais junto de funcionários de postos de combustível e de empresas em que se verificou receberem MP, bem como a funcionários de transportadoras, tendo sido possível identificar que as vias utilizadas para este tipo de transporte são, na esmagadora maioria, as EN e as MP transportadas são, maioritariamente, Gasolina - N.º ONU 1203, Gasóleo - N.º ONU 1202, Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) - N.º ONU 1965, NAFTA - N.º ONU 1268 e Betume Asfáltico - N.º ONU 1993. Para fazer face ao consumo semanal de Gasolina, Gasóleo GPL e NAFTA, o conjunto das transportadoras realiza em média doze transportes por semana. No que se refere ao Betume asfáltico são realizados em média três transportes semanais.

Monitorização do IP3

Após a monitorização realizada ao troço do IP3 verificou-se que, no total das duas semanas, foram observados 356 veículos que circulavam identificados com PaineLaranja. Destes, 176 foram registados no período referente à 1ª semana e 180 foram observados no período referente à 2ª semana.

A 1ª semana apresenta percentagens ligeiramente superiores em cinco dos sete dias em comparação com a 2ª semana, no entanto, as disparidades observadas na quinta-feira e no domingo, relativamente aos restantes dias, levam a que no total das observações, a 2ª semana apresente um valor mais elevado de registos. É possível ainda verificar que, relativamente à 1ª semana, a sexta-feira foi o dia que apresentou maior percentagem de observações; por outro lado, o domingo foi o dia em que se registou menor percentagem. Nos períodos de observação correspondentes à 2ª semana, as maiores percentagens de observações foram registadas na quinta-feira e na sexta-feira, sendo o domingo o dia em que se registou menor percentagem de observações (fig. 5).

De acordo com os dois períodos do dia e com o MIEMP (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011, p. 268), e tendo em conta a duração do dia para a cidade de Coimbra, (Observatório Astronómico de Lisboa, 2017), é possível observar que no período diurno, em todos os dias e em qualquer das semanas, se verifica um número de transportes muito superior ao do período noturno (fig. 6). Em termos percentuais, na 1ª semana, 90,9 % dos

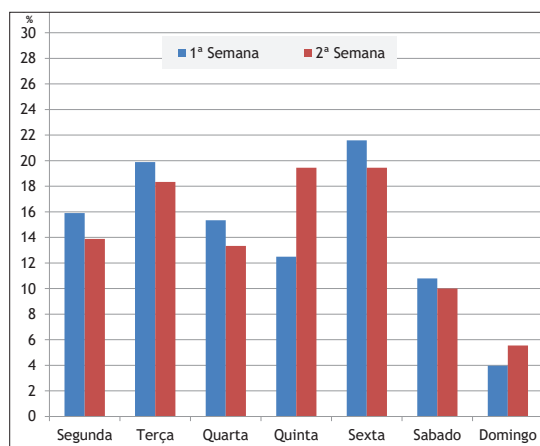


Fig. 5 - Número de transportes por dia.

Fig. 5 - Number of transports per day.

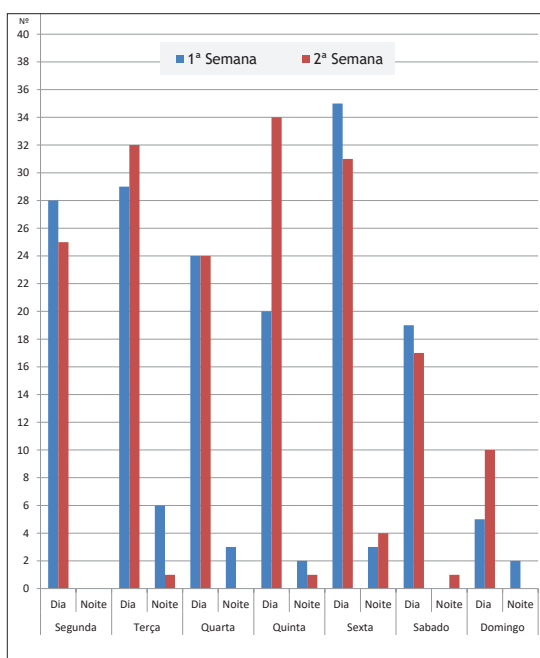


Fig. 6 - Distribuição dos transportes por período do dia.

Fig. 6 - Distribution of transports by time of day.

transportes foram realizados no período diurno e apenas 9,1 % foram realizados período noturno (como referido na metodologia, em ambas as semanas não foram feitos registos entre as 01h00min. e as 05h00min.). Também na 2ª semana o período diurno registou maior percentagem de transportes, 96,1 %, contra 3,9 % no período noturno.

Relativamente às classes de matérias transportadas observa-se que não existe, em nenhuma das semanas, transporte das matérias da Classe “4.1”, “4.2”, “4.3”, “5.2”, “6.2” e “7”. Realça-se o facto de a maior percentagem de transportes registados na 1ª e na

2ª semana não apresentarem classe definida (N/D), correspondendo a veículos que apenas possuíam painéis laranja sem qualquer tipo de inscrição, sendo impossível, desta forma, identificar a classe da matéria transportada (fig. 7). É possível verificar ainda que, em ambas as semanas, a Classe “3” foi a mais transportada seguida da Classe “2”, sendo que, em ambos os casos, existiu um aumento do número de transportes da 1ª para a 2ª semana. Conclui-se também que as Classes “2” e “3” são as que apresentam maior diversidade de matérias transportadas, em ambas as semanas (fig. 8).

Durante o período de monitorização foram observadas 26 MP distintas num total de 356 transportes, sendo que, em 45 destes, a MP transportada apresenta distâncias de evacuação de 1600 m para situações de incêndio e superiores a 800 m para situações de derrame grande, de acordo com o que está definido no MIEMP (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011).

Levantamento sobre os transportes ferroviários de MP

No total dos três anos observado, registaram-se 535 transportes que se encontravam ao abrigo da regulamentação relativa ao transporte ferroviário de mercadorias perigosas - Anexo II do Decreto-Lei n.º

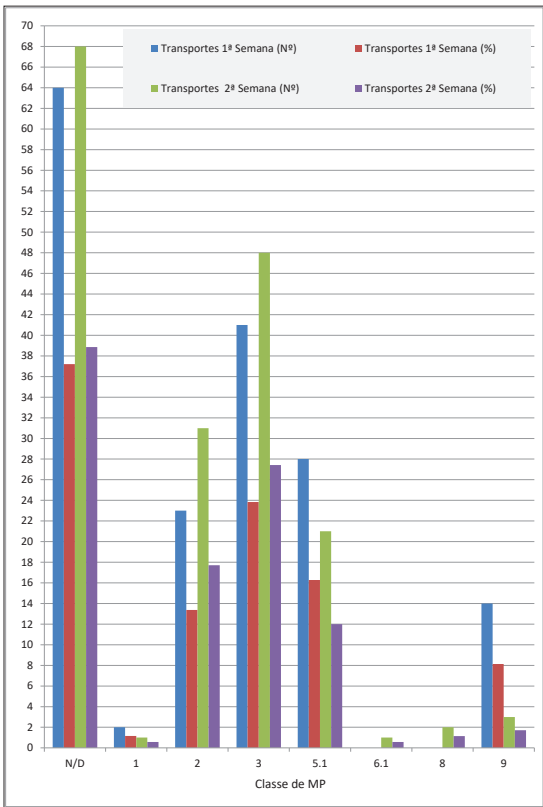


Fig. 7 - Relação das Classes com o n.º de transportes.
Fig. 7 - Relationship between Classes and number of transports.

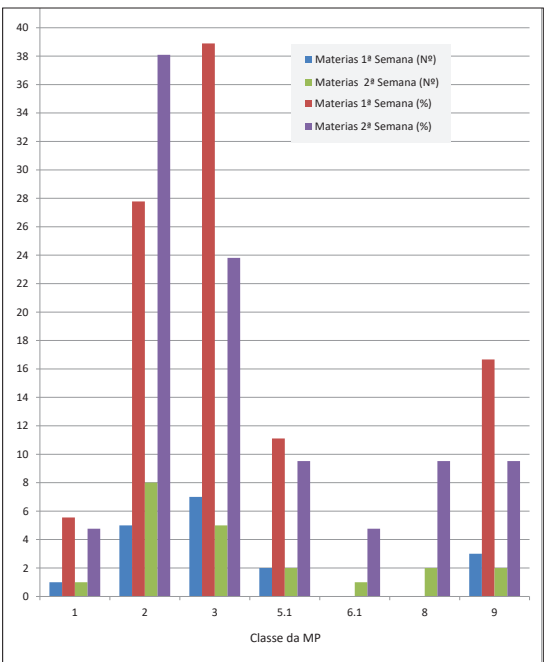


Fig. 8 - Relação das Classes com o n.º de MP.
Fig. 8 - Relationship between Classes and the MP number.

111-A/2017 de 31 de agosto - dos quais 231 circulavam com os vagões com carga e 304 circulavam com os vagões vazios, encontrando-se estes também enquadrados no referido regulamento, uma vez que não se encontram descontaminados segundo as normas em vigor. Salienta-se a não existência de registo de transportes no mês de janeiro de 2014 por não ter sido possível aceder a esses dados.

Embora se tenha observado uma ligeira diminuição do número de transportes com vagões com carga no ano de 2015, a tendência geral é de crescimento do número de transportes ferroviários de MP.

Transporte de Vagões com Carga

O transporte de vagões com carga ocorre, na maioria das vezes, às terças-feiras, quintas-feiras e sábados, apresentando valores diferentes mediante o dia em causa. No total dos três anos foram contabilizados 231 transportes (fig. 9).

Relativamente à distribuição de transportes por dia da semana, o ano de 2014 apresenta maior percentagem de transportes à terça-feira, com 35,06 %, e menor percentagem ao domingo, o único dia em que não houve transportes. Em 2015, o dia da semana que apresenta maior percentagem de transporte é o sábado, com 33,82 % e os dias que apresentam menor percentagem são a segunda-feira, a quarta-feira e a sexta-feira com 1,47 %. Por último, no ano de 2016 verifica-se valores de percentagem de trans-

portes mais elevados à quinta-feira com 41,86 % e mais reduzidos à segunda-feira e à sexta-feira, dias em que não ocorreram transportes de mercadorias perigosas (fig. 10).

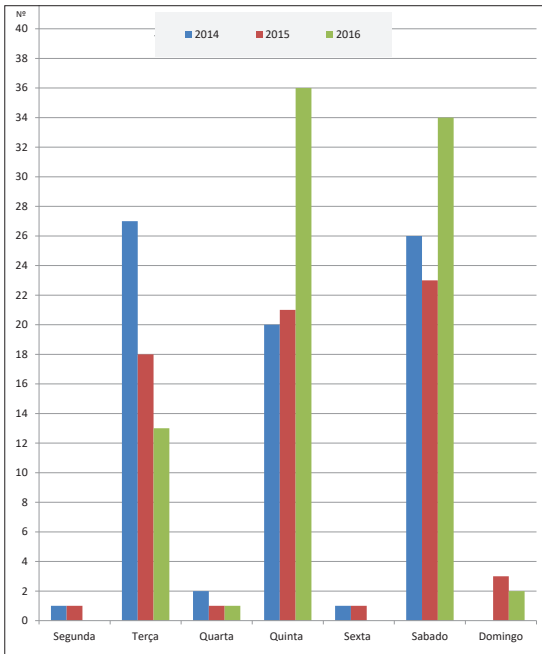


Fig. 9 - Distribuição dos transportes por dia da semana (Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 9 - Transports distribution per day of the week (Data source: CP Carga and MEDRAIL).

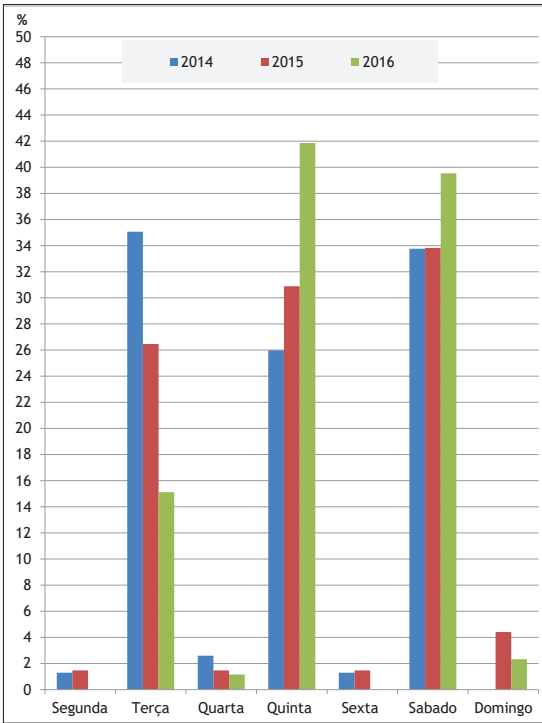


Fig. 10 - Percentagem de transportes por dia da semana (Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 10 - Transports rate per day of the week (Data source: CP Carga and MEDRAIL).

Tendo em conta o período (diurno ou noturno) em que se realizaram os transportes, observa-se que nos anos de 2014 e 2015 todos os transportes ocorreram em período noturno. Em 2016 apenas um transporte ocorreu em período diurno, tendo os restantes 85 transportes ocorrido em período noturno.

Durante o período de monitorização não se registaram transportes de MP das Classes “1”, “4.2”, “4.3”, “5.2”, “6.2” e “7”. Das Classe observadas, a que apresenta maior número de MP transportadas é a Classe “3”, tendo-se verificado um decréscimo de 2,70 % em 2015 e de 10,81 % em 2016 do número de matérias transportas relativamente ao ano de 2014. A Classe “4.1” é uma das classes que apresenta menor número de matérias transportadas, sendo a única que não apresenta transportes nos anos 2015 e 2016 (fig. 11).

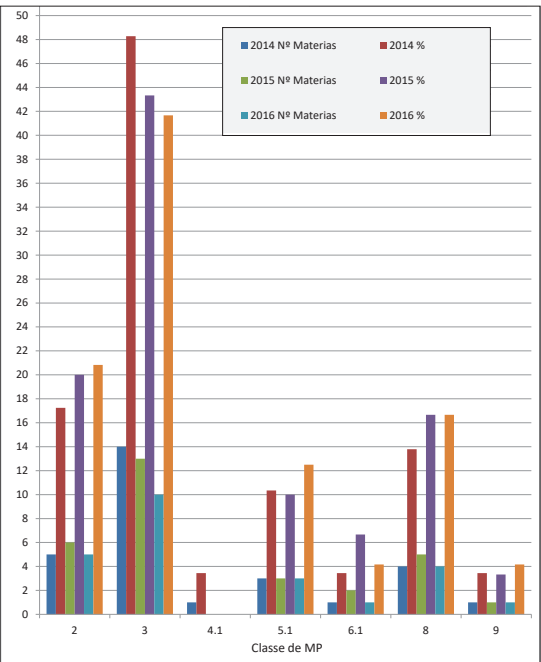


Fig. 11 - Relação entre Classes e n.º de MP (Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 11 - Relationship between Classes and MP number (Data source: CP Carga and MEDRAIL).

Das 42 MP identificadas, 23 apresentam registo de transporte em apenas um dos três anos, 4 apresentam registo de transporte em dois dos três anos, não obrigatoriamente consecutivos, e 15 apresentam registo de transporte em todos os anos. Considerando apenas os dados obtidos para os anos de 2015 e 2016, observa-se que 16 matérias apresentaram registo de transporte em ambos os anos.

No total dos 231 transportes realizados ao longo dos três anos em que decorreu a observação, as duas matérias que foram transportadas em todos os anos e que apresentam

maior área de evacuação em caso de incêndio e grande derrame, de acordo com MIEMP (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011), são o BUTILENOS EM MISTURA ou BUTILENO-1 ou cis-BUTILENO-2 ou trans-BUTILENO-2 (N.º ONU 1012) e HIDROCARBONETO GASOSO LIQUEFEITO, N.S.A. (N.º ONU 1965) estiveram presentes em 152 transportes. Tendo-se observado um aumento de 20,39 % em 2015 e de 32,24 % em 2016 do número de transportes destas MP, relativamente a 2014.

Transporte de Vagões sem Carga

O transporte de vagões que circulam sem carga ocorreu, quase sempre, às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras, apresentando valores diferentes de acordo com o dia em causa. No total dos três anos foram contabilizados 304 transportes (fig. 12).

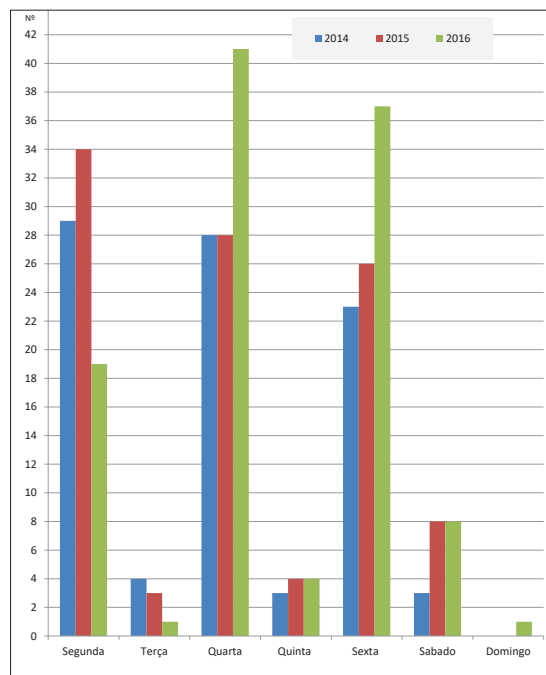


Fig. 12 - Distribuição dos transportes por dia da semana
(Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 12 - *Transport distribution per day of the week*
(Data source: CP Carga and MEDRAIL).

No que se refere à distribuição por dia da semana é possível observar que nos anos de 2014 e de 2015, a segunda-feira foi o dia que apresentou maior percentagem de transportes, 32,22 % e 33,01 %, respetivamente, sendo o domingo o único dia da semana em que não ocorreram transportes de mercadorias perigosas. Relativamente ao ano de 2016 é possível verificar-se transportes em todos os dias da semana, tendo a maior percentagem sido registada à quarta-feira com 36,94 % e a menor ao domingo com 0,90% (fig. 13).

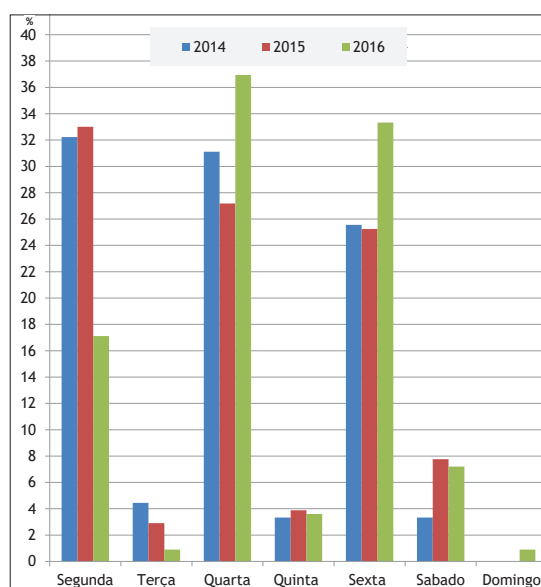


Fig. 13 - Percentagem de transportes por dia da semana
(Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 13 - *Percentage of transports per day of the week*
(Data source: CP Carga and MEDRAIL).

Relativamente ao período do dia em que se realizaram os transportes verifica-se que, independentemente do ano em análise, a esmagadora maioria dos transportes ocorre no período noturno. Tem-se verificado um aumento do número de transportes no período diurno, passando de 2 transportes em 2014 para 16 em 2015 e 17 em 2016, sendo a matéria mais transportada o AMONIACO ANIDRO (N.º ONU 1005). No entanto, houve uma diminuição de 15,53 % em 2015 para 15,32 % em 2016, se compararmos o número de transportes realizados nos dois períodos em cada um desses anos.

Nenhum dos transportes de vagões sem carga apresentava referências a matérias das Classes “1”, “4.2”, “4.3”, “5.2”, “6.2” e “7”. Já a Classe “3” é a que apresenta maior número de transportes, apesar de se notar um decréscimo do número de MP transportadas de 7,40 % em 2015 e de 11,11 % em 2016 relativamente ao ano de 2014. A classe “4.1” é uma das classes que apresenta menor número de MP transportadas, sendo a única que não apresenta registos de transportes nos anos de 2015 e 2016 (fig. 14).

Foram identificadas 52 matérias. Destas, 26 apresentam registo de transporte em apenas um dos três anos, 8 apresentam registo de transporte em dois dos três anos, não necessariamente consecutivos, e 16 apresentam registo de transporte em todos os anos. Considerando apenas os dados obtidos para os anos de 2015 e 2016 é possível observar que 16 MP apresentaram registo de transporte em ambos os anos.

Dos 304 transportes realizados ao longo dos três anos, as duas matérias transportadas todos os anos e que apresentam maior frequência de transporte e com

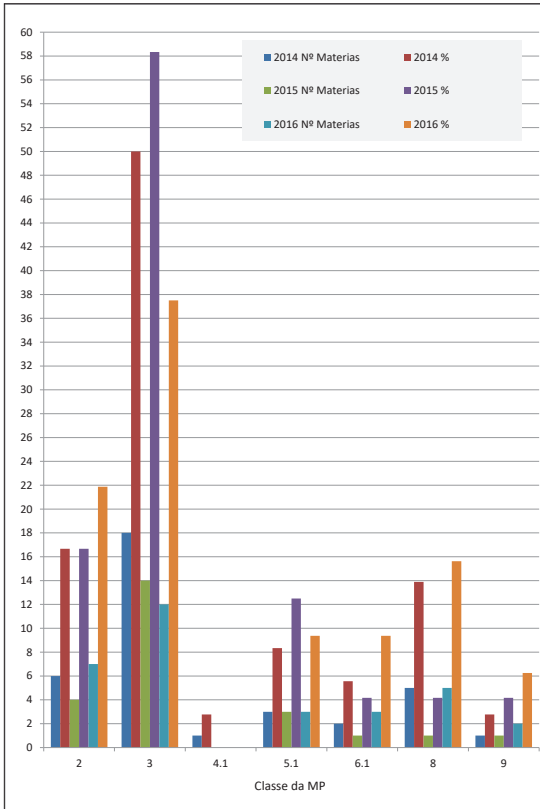


Fig. 14 - Relação entre Classes e n.º de MP
(Fonte dos dados: CP Carga e MEDRAIL).

Fig. 14 - Relationship between Classes and MP number
(Data source: CP Carga and MEDRAIL).

maior distância de evacuação em caso de incêndio e grande derrame, segundo o MEIMP (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011), são o AMONÍACO ANIDRO (N.º ONU 1005) e o HIDROCARBONETO GASOSO LIQUEFEITO, N.S.A. (N.º ONU 1965), tendo estado presentes em 129 transportes. Foi possível ainda observar o aumento de 6,20 % em 2015 e de 14.73 % em 2016 do número de transportes relativamente ao ano de 2014.

Levantamento sobre o transporte por Gasoduto

O Gasoduto Mealhada-Viséu, pertencente à RNTGN, que atravessa o município de Mortágua, apresenta um diâmetro de 508 mm, encontrando-se o Gás Natural no interior a uma temperatura de cerca de 10 °C e pressão variável que pode atingir os 84 bar (Soares, 2009, p. 13).

A rede de distribuição de GN apresenta diâmetro das tubagens e pressão mais reduzidos do que a RNTGN. Os dois ramais que saem da *Gas Reduction and Measure Station* (GRMS) e que compõem a rede primária são construídos em aço e apresentam um diâmetro de 150 mm e uma pressão que pode variar entre os 16 bar e 20 bar. A rede secundária que começa no Posto de Regulação e Medida (PRM) é constituída por condutas em polietileno

e apresenta valores de diâmetro das condutas de 160 mm, 110 mm e 63 mm e valores de pressão que podem variar entre os 4 bar e os 0,5 bar (GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A., 2017) (fig. 15).

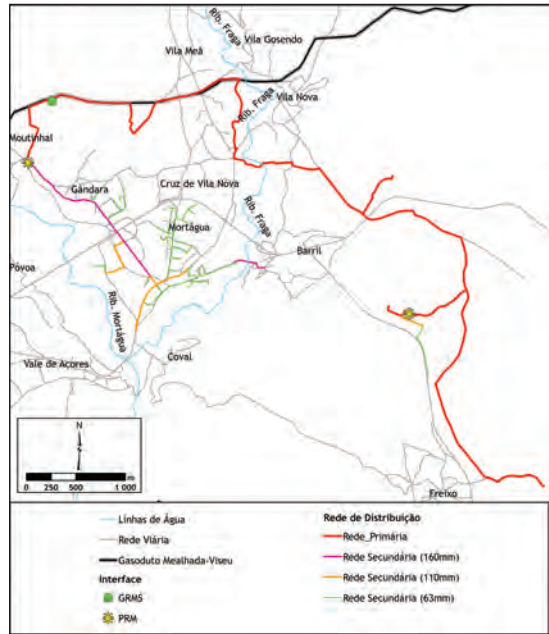


Fig. 15 - Rede de Transporte e Distribuição de GN
(Fonte dos dados: GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A., 2017).

Fig. 15 - GN Transport and Distribution Network
(Data source: GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A., 2017).

Modelação de acidentes com MP

A modelação do cenário de acidente realizou-se para cada meio de transporte identificado. A MP a envolver é aquela que apresenta maior frequência de transporte, entre as que obrigam a uma maior distância de evacuação. Além dos dados referentes à MP serão definidos outros sobre as condições atmosféricas locais e os detalhes sobre o cenário.

Transporte Rodoviário

Escolheu-se o IP3 como o local para a modelação do cenário de acidente rodoviário, junto ao acesso para o aldeamento do Vale da Agueira, Montebelo Agueira *Lake Resort & SPA*, nas proximidades da fronteira com o município de Santa Comba Dão. Esta infraestrutura apresenta 152 alojamentos, num total de 502 camas. Para além do alojamento, também comporta um edifício multiusos com SPA, Ginásio, Piscina Exterior aquecida, Restaurante e Bar panorâmico e um Salão de Eventos e Reuniões com capacidade para 400 pessoas. Tem ainda uma marina com capacidade para ancorar 400 embarcações (Câmara Municipal de Mortágua, 2017). Outra infraestrutura importante neste local é o próprio IP3 que, no período diurno, apresenta um tráfego

médio horário de 829 veículos entre ligeiros e pesados (mercadorias e passageiros). Este facto leva a que, em caso de acidente, se concentre rapidamente um grande número de veículos e, consequentemente, de pessoas, aumentando o número de elementos expostos.

O acidente data de setembro de 2017, às 11h00, e consiste num despiste e tombamento de uma cisterna móvel que transportava 14,8 toneladas de gás propano liquefeito, ocupando 80 % do volume total da cisterna. Do despiste resultou a suspensão da circulação em ambos os sentidos do IP3, devido a destroços na via e um rombo com 50 cm de comprimento e 20 cm de largura, a 15 cm do ponto mais baixo da cisterna. Definiu-se, também, que as condições meteorológicas no momento do acidente correspondiam ao seguinte: a velocidade e a direção do vento seria de 5m/s NE, a temperatura do ar estaria nos 30 °C, a humidade relativa seria de 25 % e o céu estaria pouco nublado.

A libertação do conteúdo da cisterna demorou, aproximadamente, 5 minutos. Observa-se que a velocidade de libertação é mais intensa entre o 1º e o 3º minuto, atingindo 3000 kg/min. Para além da formação de nuvens e do BLEVE, existe ainda a possibilidade de danos para o ecossistema, uma vez que existe o perigo de o derrame contaminar as águas da albufeira da barragem da Aguieira.

Nuvem Tóxica

Da modelação obtém-se uma nuvem com 235m de comprimento e 110m de largura. Relativamente aos níveis AEGL, verifica-se que dentro dos edifícios não se atinge o nível AEGL-3, sendo possível encontrar dentro destes valores compatíveis com os níveis AEGL-2 até 20m e AEGL-1 até 40m do local do acidente. A 70m do local do acidente é possível observar-se concentrações compatíveis com o nível AEGL-3, ainda dentro do 1º minuto e até ao 3º minuto e a 100m registaram-se concentrações compatíveis com o nível AEGL-2, no mesmo período de tempo.

Ao observar a área afetada pela nuvem resultante do acidente pode verificar-se que, embora não apresente grandes dimensões, é suficiente para condicionar o acesso ao aldeamento do Vale da Aguieira e para comprometer a saúde dos utilizadores do IP3, uma vez que a impossibilidade de circulação se traduz num elevado aglomerado de pessoas, bastando uma mudança no rumo do vento para alterar o local de propagação da nuvem, em direção aos automobilistas (fig. 16).

Nuvem Inflamável

A nuvem inflamável resultante da modelação atinge 440m de comprimento e 140m de largura. Nestas condições registam-se valores compatíveis com LEL=100 % em edifícios que se encontrem até 10m, LEL>60 % até 25 m e LEL>10 % até 70m do local do acidente. Fora

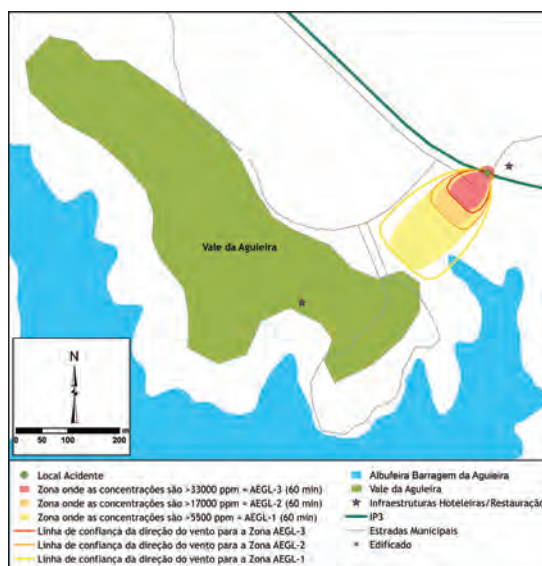


Fig. 16 - Nuvem Tóxica no IP3 (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 16 - Toxic Cloud on IP3 (Data source: BVM).

dos edifícios, a 90 m de distância do local do acidente, registaram-se valores de LEL=100 % após 5min e, aos 120 m, registaram-se valores do LEL>60 % superiores a 4 min.

A nuvem inflamável resultante do acidente poderá afetar parte do aldeamento do Vale da Aguieira, com níveis LEL>10 %. No entanto, existe uma grande probabilidade de os acessos ao aldeamento e o troço do IP3 apresentarem níveis LEL=100 % e LEL>60 %, principalmente se existir mudança da direção do vento. Esta situação potenciará a ignição da nuvem, devido à proximidade aos motores de combustão (fig. 17).



Fig. 17 - Nuvem Inflamável no IP3 (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 17 - Flammable Cloud on IP3 (Data source: BVM).

Radiação térmica (BLEVE)

A modelação do cenário de BLEVE resultou numa área circular com um raio de 710m. Nesta observa-se que em todas as direções o valor da radiação é superior 10,0 kW/m² até aos 320m, que entre os 320m e os 460m o valor da radiação é superior 5,0 kW/m² e, por último, até aos 710m o valor da radiação é superior 2,0 kW/m². Verifica-se ainda que quase toda a área do aldeamento do Vale da Agueira será afetada por um dos níveis de energia definidos, assim como o elevado número de pessoas expostas a este fenómeno, fruto do rápido aglomerado de veículos que se prevê nesta área do IP3, tendo em conta o horário do acidente (fig. 18).

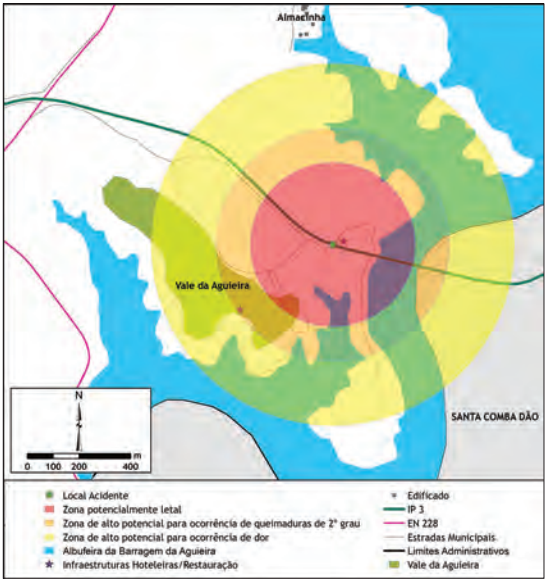


Fig. 18 - Radiação térmica no IP3 (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 18 - Thermal radiation on IP3 (Data source: BVM).

Transporte Ferroviário

A linha ferroviária da Beira Alta circunda a vila de Mortágua a sul, existindo uma zona de curva de aproximadamente 300m antes da estação de Mortágua no sentido Vilar Formoso/Pampilhosa. Este local apresenta uma grande proximidade em relação às localidades de Vale de Acores, Coval e Mortágua e, por esse motivo, foi o local escolhido para localização do cenário de acidente ferroviário a ser modelado.

O acidente data de setembro de 2017, às 03h00, e consiste num despiste seguido de colisão de um vagão cisterna que transportava 23 toneladas de gás propano liquefeito, ocupando 80 % do volume total da cisterna contra o viaduto que liga a vila de Mortágua à localidade de Vale de Acores. Do despiste resultou o colapso do viaduto e um rombo com 50 cm de comprimento e 20 cm de largura, a 15 cm do ponto mais baixo da cisterna. Definiu-se, também, que as

condições meteorológicas eram as seguintes: velocidade e direção do vento de 5m/s E, temperatura do ar de 10 °C, humidade relativa de 50 %, camada de inversão nos 50m de altura e céu pouco nublado.

A libertação do conteúdo da cisterna demorará aproximadamente 8 minutos. Observa-se que a velocidade de libertação é mais intensa entre o 2º e o 5º minuto, atingindo 3000 kg/min e, na grande maioria do restante tempo, a velocidade de libertação atinge os 2500 kg/min. Para além da formação de nuvens e do BLEVE há ainda a possibilidade de danos para o ecossistema, uma vez que existe o perigo de o derrame contaminar as águas da ribeira de Mortágua.

Nuvem Tóxica

A modelação da nuvem tóxica para este cenário permite verificar que esta se propaga por uma extensão de 260m de comprimento e de 120m de largura. Observa-se também que existem 19 edifícios dentro área intersetada pelo nível AEGL-1. No entanto, no interior dos edifícios não é detetado nenhum dos níveis AEGL. Assim, se as pessoas se mantiverem dentro de casa, dificilmente terão problemas de saúde associados a este acidente. Na zona afetada pelo nível AEGL-2 existe 1 edifício, mas que, sendo um supermercado, à hora definida para a ocorrência do acidente não é previsível que se encontrem pessoas no seu interior. Relativamente à zona afetada pelo nível AEGL-3 não foram identificados quaisquer edifícios (fig.19).

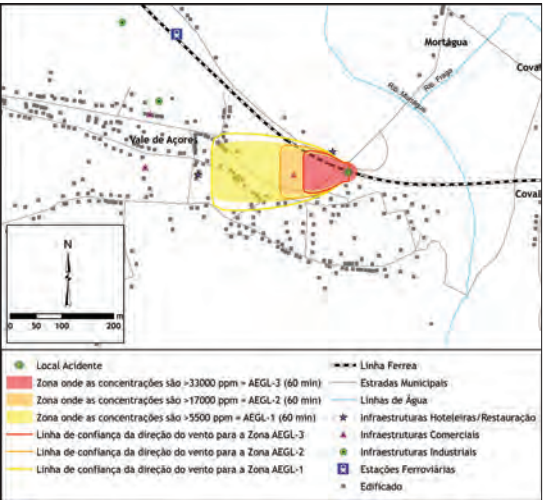


Fig. 19 - Nuvem Tóxica na LBA (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 19 - Toxic Cloud on Beira Alta railway line (Data source: BVM).

Nuvem Inflamável

A modelação da nuvem inflamável apresenta um comprimento de 485m e largura de 150m. Verifica-se que é possível encontrar dentro dos edifícios o nível LEL=100

% até aos 25 m, o nível LEL>60 % até 35 m e o valor LEL>10 % a 85 m do local do acidente. No exterior dos edifícios, a 100 m do local do acidente, estão previstas concentrações compatíveis com LEL=100 % do 1º ao 7º minuto e a 135 m verifica-se o nível LEL>60 %, também do 1º ao 7º minuto.

Relativamente aos elementos expostos observa-se que a zona de nível LEL>10 % é a que apresenta contacto com o maior número de edifícios, setenta e nove edifícios, sendo um deles um minimercado e outro um restaurante. A zona de nível LEL>60 % não apresenta contacto com qualquer edifício e a zona de nível LEL=100 % interceta um edifício identificado com a função de supermercado, prevendo-se que à hora do acidente não haja pessoas no seu interior. Porém, percebe-se que a alteração do rumo do vento, por exemplo para nordeste, poderá aumentar de forma significativa o número de pessoas afetadas (fig. 20).

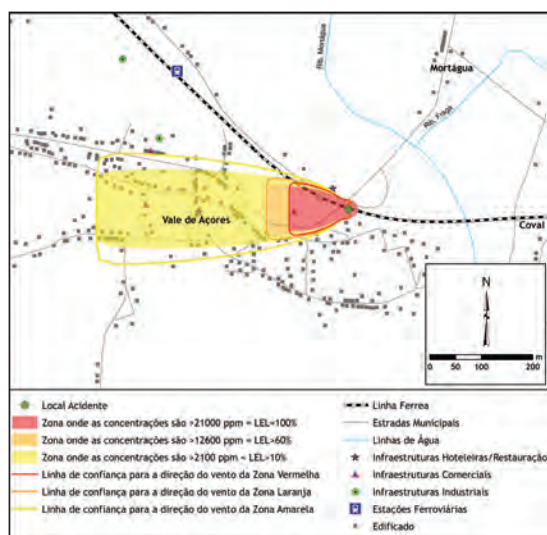


Fig. 20 - Nuvem Inflamável na LBA (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 20 - Flammable Cloud on Beira Alta railway line (Data source: BVM).

Radiação térmica (BLEVE)

A modelação de uma situação de BLEVE resulta numa área circular com aproximadamente 830m de raio. Observam-se intensidades de radiação acima dos 10,0kW/m² a 370m do local do acidente, a 500m valores de radiação acima de 5,0kW/m² e intensidades de radiação superior a 2,0kW/m² até aos 830m desde o local do acidente.

Analizando o modelo percebe-se que a localidade do Coval será afetada praticamente na sua totalidade por uma ocorrência deste tipo, bem como a zona mais baixa de Vale de Açores, que se encontra abrangida pelas zonas vermelha e laranja do modelo (fig. 21). No total encontram-se abrangidos pela zona vermelha 187 edifícios, entre eles um supermercado e dois restaurantes. A zona laranja abrange 103 edifícios, entre estes um

minimercado, uma farmácia, três pequenas indústrias e a estação de caminho-de-ferro de Mortágua. Por fim, a zona amarela abrange 180 edifícios, onde se localizam as instalações dos sapadores florestais, três espaços comerciais (o mercado municipal e duas drogarias), dois restaurantes, dois espaços religiosos e um ginásio. Prevê-se, no entanto, que a maioria dos edifícios enumerados não tenham pessoas no seu interior à hora determinada para a ocorrência do acidente, uma vez que o horário previsto para o seu encerramento é anterior às 24h00.

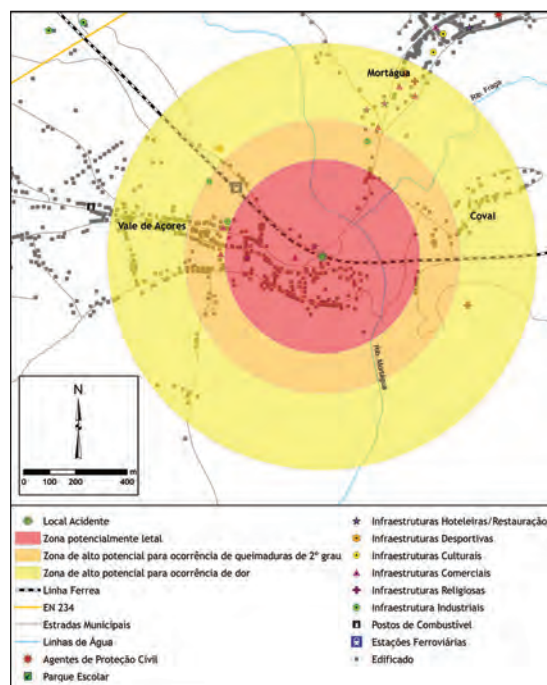


Fig. 21 - Radiação Térmica na LBA (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 21 - Thermal Radiation on Beira Alta railway line (Data source: BVM).

Transporte por Conduta

Para a modelação do cenário de acidente neste tipo infraestrutura definiu-se a localidade de Vila Meã, junto à EN228, no local onde se encontra implantado o gasoduto Mealhada-Viseu, pertencente à RNTGN. Esta zona integra a Várzea da Ribeira da Fraga, uma vasta extensão de terreno a baixa altitude, com cerca de 5 km. Identificou-se, próximo deste local, uma unidade de saúde para utentes com necessidades especiais.

O acidente data de setembro de 2017, pelas 17h00, e consiste num rombo no gasoduto provocado por uma retroescavadora durante uma operação de manutenção da EN228. A dimensão do rombo é de 400 cm², provocando a libertação de gás natural que circula dentro da conduta com 5 km de comprimento e 508 mm de diâmetro, a uma pressão de 80 bar e a uma temperatura de 10 °C. Definiu-se também que, na

altura do acidente, as condições meteorológicas seriam as seguintes: velocidade e direção do vento de 5 m/s NW, temperatura do ar a rondar os 25 °C, humidade relativa de 25 %, e céu pouco nublado.

O esvaziamento do gasoduto demorará cerca de 21 minutos, apresentando velocidade máxima de vazamento na ordem dos 24000 kg/m², no momento, diminuindo gradualmente até aos 5 minutos, apresentando, nesse momento, uma velocidade de, aproximadamente, 5000 kg/m².

Nuvem Tóxica

A modelação da nuvem de gás tóxico apresenta 230m de comprimento e 30m de largura. Observam-se variações nos níveis AEGL dentro dos edifícios, à medida que a distância ao local do acidente aumenta. Assim, até aos 20 m observa-se o nível AEGL-3, até aos 25 m o nível AEGL-2 e até aos 50 m observa-se o nível AEGL-1. Fora dos edifícios observa-se o nível AEGL-3 a 80m e o nível AEGL-2 a 110 m do local do acidente, desde o primeiro minuto após o acidente.

Da observação das áreas abrangidas pela nuvem tóxica é possível verificar que a zona vermelha não abrange nenhum edifício. Apenas a zona laranja e a zona amarela registam um edifício cada (fig. 22).

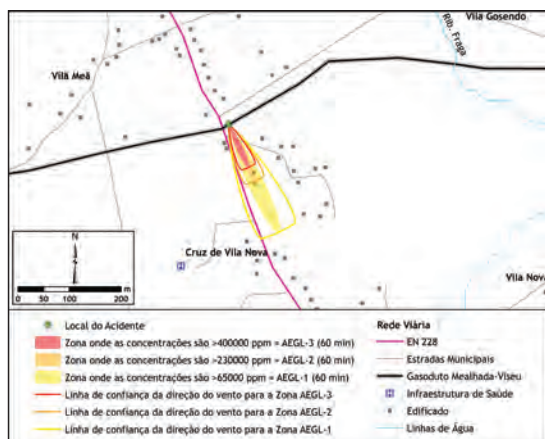


Fig. 22 - Nuvem Tóxica na RNTGN (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 22 - Toxic Cloud in National Natural Gas Transport Network (RNTGN) (Data source: BVM).

Nuvem inflamável

A nuvem inflamável resultante da modelação apresenta 1140 m de comprimento e 100 m de largura. Dentro dos edifícios, e logo a partir do 1º minuto, pode observar-se, a 60 m do local do acidente o nível LEL=100 %, a 90 m o nível LEL>60 % e a 190 m o nível LEL>10 %. Fora dos edifícios, a 300m do local do acidente, durante o 2º e o 3º minutos, verifica-se o nível LEL=100 % e a 450 m o nível LEL>60 %.

Perante esta modelação constata-se que a nuvem abrange um total de 30 edifícios, sendo que 4 deles estão abrangidos pela zona vermelha, 5 pela zona laranja e 21 pela zona amarela. De acordo com as linhas de confiança para a direção do vento existe a possibilidade de a zona amarela atingir um lar de 3ª idade (fig.23).

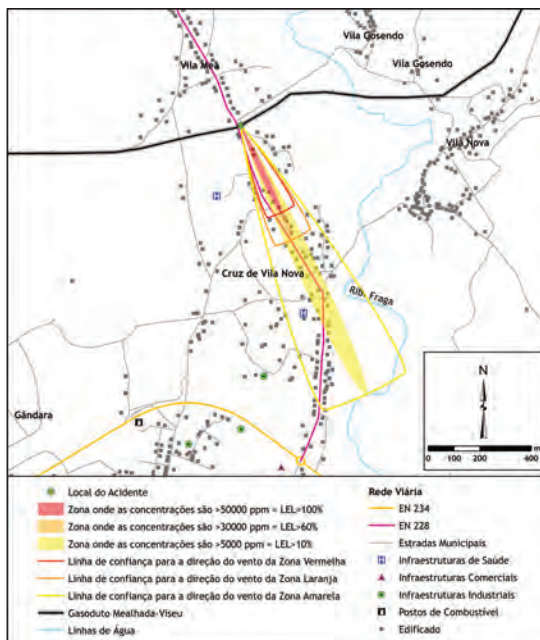


Fig. 23 - Nuvem inflamável na RNTGN (Fonte dos dados: BVM).

Fig. 23 - Flammable cloud in RNTGN (Data source: BVM).

Radiação térmica (Jet Fire)

A modelação apresentada retrata o Jet Fire de um gasoduto. Esta circunferência apresenta um raio de 300 m. Comparativamente às ocorrências de BLEVE modeladas anteriormente, esta apresenta uma área menos influenciada pela radiação térmica. Ainda assim, verificam-se valores da intensidade de radiação acima dos 10,0 kW/m² a 170 m do local do acidente, acima de 5,0 kW/m² a 200m e intensidades de radiação superiores a 2,0 kW/m² até aos 300 m do local do acidente.

Através da observação das áreas abrangidas pelos vários níveis de radiação térmica verifica-se a existência de edifícios dentro de cada uma das áreas, incluindo uma instituição de apoio a indivíduos com deficiência (fig. 24). A zona vermelha abrange 14 edifícios, a zona laranja abrange 10 edifícios e a zona amarela abrange 31 edifícios, sendo um deles a unidade de apoio a indivíduos com deficiência. Nas zonas vermelha e laranja a evacuação dos edifícios deverá ser tida em conta. No entanto, na zona amarela prevê-se que a permanência dentro dos edifícios sem exposição às condições do exterior seja suficiente para não existirem danos ou lesões relacionados com o acidente. Torna-se importante

considerar a evolução deste fenómeno para uma situação de BLEVE, o que poderá motivar um aumento significativo das áreas referentes a cada nível de radiação térmica.

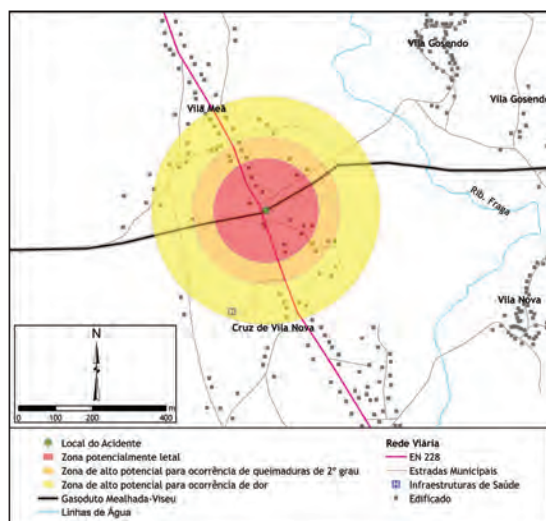


Fig. 24 - Radiação térmica na RNTGN (Fonte: BVM).

Fig. 24 - Thermal radiation in RNTGN (Source: BVM).

Conclusões

Durante o desenvolvimento deste trabalho percebeu-se que existem diferentes níveis de conhecimento relativamente a cada tipo de transporte de MP no município de Mortágua. Assim, no que se refere ao transporte rodoviário de MP verificou-se que não existe qualquer registo sobre as MP que circulam, nem sobre o horário do seu transporte. Relativamente ao transporte ferroviário, as fichas de transporte de MP são enviadas para todos os Agentes de Proteção Civil (APC) do município; no entanto, a compilação dessa informação não existe, não podendo, por isso, proceder-se à sua análise estatística para que se possam obter padrões na circulação de MP. Por último, o transporte que parece conhecer-se melhor é o transporte de GN, uma vez que se trata de um tipo de fornecimento mais comum e restrito no que concerne ao transporte de MP, apenas GN, e cujos locais de passagem se encontram identificados e as pressões utilizadas estão associadas ao tipo de rede utilizada e ao diâmetro da tubagem.

Após a realização do estudo conclui-se que, relativamente ao transporte rodoviário de MP no IP3, as Classe 2, 3 e 5.1 representam cerca de 53 % dos transportes registados na 1ª semana e cerca de 57 % na 2ª semana; o número de transportes que são realizados apenas com Painéis Laranja sem inscrições (N/D), aumenta de cerca de 37 % na 1ª Semana para 39 % na 2ª Semana e a maioria dos transportes de MP realizados no IP3 ocorrem no período diurno.

No que se refere ao transporte ferroviário de MP, independentemente do ano, a grande maioria dos transportes com carga regista-se às terças, quintas e sábados e os transportes sem carga às segundas, quartas e sextas. Ao domingo o número de transportes é residual. Em qualquer um dos casos, o transporte é realizado, na grande maioria, durante o período noturno. Independentemente de os vagões irem com carga ou vazios, as Classes mais transportadas são a 2 e a 3, representando mais de 50 % dos transportes em qualquer dos anos da observação.

Relativamente à modelação de cenários e tendo em conta as limitações do ALOHA®, já inúmeras anteriormente, pode concluir-se que, para as mesmas condições meteorológicas, a nuvem tóxica apresenta menor alcance que a nuvem inflamável. Também, tendo em conta a dispersão de qualquer uma das nuvens, é possível prever quais as áreas que poderão ser afetadas, ainda que se trate só da simples alteração da direção do vento. Para as situações de radiação térmica, a modelação apresenta os potenciais danos para as pessoas que se exponham a determinado nível de energia, ainda que não seja possível aferir diretamente até que ponto o interior de um edifício se pode considerar ser um local seguro, nomeadamente, qual o nível de energia a partir do qual os materiais do edifício entrarão em combustão, incendiando-o e potenciando a sua propagação às estruturas vizinhas.

Espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam ser um ponto de partida para que as mais diversas entidades continuem a aprofundar o estudo desta temática, não só na ótica do transporte, mas também no que se refere ao armazenamento de MP. Em ambos os casos é de extrema importância a caracterização cada vez mais exaustiva e a sua contínua monitorização. Este esforço, associado à disponibilização de dados meteorológicos cada vez mais precisos, permitirão reduzir a margem de erro da modelação do cenário.

Quando for possível ter acesso a todas estas informações, decisores políticos e APC poderão tomar as medidas de prevenção e/ou de mitigação de forma mais precoce, planear a atuação neste tipo de cenários, treinar os procedimentos e sensibilizar e educar a população para que consiga adotar medidas que permitam minimizar a sua exposição ao perigo. Cumpre-se assim o Princípio da Informação, emanado da Lei de Bases da Proteção Civil, Lei n.º 27/2006 de 3 de julho, na sua redação atual.

Agradecimientos

O primeiro autor agradece ao Departamento de Segurança e Riscos do ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração - Aveiro e ao Corpo de Bombeiros Voluntários de Mortágua pela cedência da informação cartográfica e dos dados referentes ao transporte ferroviário de matérias perigosas.

O segundo autor agradece à FCT/MCTES pelo apoio financeiro ao CESAM (UIDP/50017/2020+UIDB/50017/2020) através de fundos nacionais.

O terceiro autor agradece ao Departamento de Segurança e Riscos do ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração - Aveiro.

Bibliografia

- AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL (2011). *Manual de Intervenção em Emergências com Matérias Perigosas, Químicas, Biológicas e Radiológicas*. Lisboa: Autoridade Nacional de Proteção Civil e Direcção Nacional de Planeamento de Emergência.
- AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL (2014). *Avaliação Nacional do Risco*. Lisboa: Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- CÂMARA MUNICIPAL DE MORTÁGUA (2017). *Notícias*. Obtido em 13 de setembro de 2017, de Município de Mortágua. Disponível em: <http://www.cm-mortagua.pt/modules.php?name=News&file=article&sid=565>
- Costa, H. M. (2015). *Metodologia de Modelação e Avaliação de Consequências de Acidentes com Matérias Perigosas*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Costa, M., Seixas, Â., Bateira, C. e Fernandes, N. (2013). Estratégias otimizadas para avaliação de risco de produtos químicos industriais através da integração de informação teórica e experimental. *Engineering and Technology Journal*, 4, 48-54.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS (25 de junho de 2017). *Mundo - DN*. Obtido em 27 de agosto de 2017, de Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/mundo/interior/numero-de-mortos-em-incendio-de-camiao-cisterna-no-paquistao-sobe-para-129-8589349.html>
- ESTRADAS DE PORTUGAL, S.A. (2013). *Plano de ação do troço do IP 3 - Mortágua EN228 / Raiva IC6*. Lisboa: Estradas de Portugal, S.A.
- GALP - DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL, S.A. (30 de janeiro de 2017). *Documentação*. Obtido em 20 de fevereiro de 2017, de GALP - Distribuição de Gás Natural, S.A. Disponível em: <http://galpgasnaturaldistribuicao.pt/Centro-de-Informacao/Documentacao>
- INSTITUTO DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS, IP. (2011). *Relatório de Monitorização da Rede Rodoviária Nacional - 2010*. Lisboa: Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, IP.
- INSTITUTO NACIONAL ESTATÍSTICA (2011). *Bem vindos aos Censos 2011*. Obtido em 5 de maio de 2017, de Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS
- INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA (2017). *Normais Climatológicas - 1981-2010 (provisórias) - Viseu*. Obtido em 11 de setembro de 2017, de Instituto Português do Mar e da Atmosfera- Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/001/>
- Julião, R., Nery, F., Ribeiro, J., Castelo Banco, M. e Zêzere, J. (2009). *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*. Lisboa: Autoridade Nacional de Protecção Civil.
- OBSERVATÓRIO ASTRONÓMICO DE LISBOA (2017). *Dados Astronómicos de 2017*. Obtido em 20 de agosto de 2017, de Observatório Astronómico de Lisboa Disponível em: <http://oal.ul.pt/publicacoes/almanaques/dados-de-2017/>
- Santos, C. e Neves, H. (2005). *Matérias Perigosas*. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros.
- SEGURANÇA E CIÊNCIAS FORENSES (17 de 09 de 2012). *Acidentes - Mercadorias Perigosas*. Obtido em 27 de agosto de 2017, de Segurança e Ciências Forenses. Disponível em: <https://segurancaecienciasforenses.com/2012/09/17/acidentes-mercadorias-perigosas/>
- Soares, C. (2009). *Relatório de Estágio de Natureza Profissional para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Departamento de Engenharia Mecânica. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

RELEMBRAR O GRANDE INCÊNDIO DE LISBOA 30 ANOS DEPOIS*

RECALLING THE GREAT FIRE OF LISBON 30 YEARS LATER

143

Ana Sá Fernandes

Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Escola Superior Agrária (Portugal)

 0000-0001-5883-1382 sa.fernandes.na@gmail.com

António Fidalgo

Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Escola Superior Agrária (Portugal)

 0000-0002-7306-9151 fidalgo.aluis@gmail.com

RESUMO

Embora tenham passado 3 décadas desde o incêndio do Chiado, permanece na memória o trágico dia 25 de agosto de 1988. O incêndio do Chiado veio dar importância a uma lacuna existente nas medidas de proteção contra incêndios em edifícios, sendo um marco importante do ponto de vista técnico, com impacto sociocultural e com implicações futuras. A investigação histórica realizada, demonstrou que esta tragédia pôs a descoberto falhas e necessidades urgentes de legislar a segurança nos edifícios. O incêndio despertou nas autoridades a necessidade de implementar medidas para prevenir novos incêndios com esta magnitude. O Chiado obrigou a uma profunda reflexão crítica sobre a insuficiente legislação, implementação, fiscalização, assim como, a formação e tipo de equipamento utilizado pelos meios de combate.

Palavras-chave: Proteção civil, incêndio, Chiado, riscos.

ABSTRACT

Although three decades have passed since the fire of Chiado, the tragic day of 25 August 1988 remains in the memory. The Chiado fire drew attention to a loophole in the protection measures against fires in buildings. It was an important milestone from a technical point of view, with a cultural impact and implications for the future. Historical research has shown that this tragedy exposed flaws and urgent needs for legislation on safety in buildings. The fire forced the authorities to see the need to implement measures to prevent another fire of this magnitude. Chiado forced a deep critical reflection on inadequate legislation, implementation, inspection, as well as the training and the type of equipment used by the firefighting resources.

Keywords: Civil protection, fire, Chiado, risks.

* O texto desta nota corresponde a uma comunicação apresentada no XI Encontro Nacional de Riscos, tendo sido submetido em 26-09-2018, sujeito a revisão por pares a 10-10-2018 e aceite para publicação em 15-11-2019. Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (II), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O incêndio do Chiado foi o acontecimento que marcou a história e a mudança de paradigma dos Bombeiros e da cultura sobre as medidas de proteção contra incêndios em edifícios. A magnitude do evento foi alvo, desde o primeiro momento, de uma enorme cobertura Nacional e Internacional com os jornalistas a noticiar ao minuto e de perto o evento.

O terrível terramoto de 1755 que afetou e alterou a cidade de Lisboa também ficou marcado por ter sido seguido de um grande incêndio com inúmeros feridos, mortos e danos. Este trágico evento viria a dar origem à Lisboa Pombalina que embora ostenta-se padrões simples, mantinha o seu bom gosto e elevada qualidade (Guennes, 1998).

Na era de ouro do Chiado, a sua área comercial era equiparada à *Fifth Avenue* ou à *Bond Street* dos Estados Unidos da América. Na época era possível encontrar estabelecimentos muito antigos com uma longa história de valor que tinham sobrevivido ao terramoto de 1755.

O Chiado caracterizava-se por ser um bairro histórico com fachadas de pedra e mármore, com ruas íngremes e estreitas (Delaney, 1988), era possível encontrar a Casa dos Vinte e Quatro que foi fundada em 1635, mais tarde conhecida como a Casa Batalha. Quando se deu o incêndio, a Casa Batalha era a loja mais antiga da cidade de Lisboa, que remontava à época dos Descobrimento com cinco séculos de história e que orgulhosamente exibia nas suas vitrines peças que haviam estado nas naus da Índia. Outra casa de renome que se poderia encontrar no Chiado era a casa de luxo Martins e Costa, uma luxosa mercearia que nasceu em 1792 e que fornecia produtos exclusivos à alta burguesia e ao corpo diplomático, por exemplo, vinho do reno, frutos exóticos, carne seca ou champanh francês (Guennes, 1998; O Corvo, 2013). A Casa Valentim de Carvalho, à data sediada há 134 anos no Chiado, era uma loja dedicada à música e aos livros e que tinha no seu repositório discos de 78 rotações, inúmeras ilustrações originais que davam cara às capas das edições dos musicais editados pela Valentim de Carvalho (Guennes, 1998).

Os Grandes Armazéns do Chiado surgem em 1894 num edifício nascido em 1279 e requalificado após o grande terramoto de Lisboa (WIKIPEDIA, 2018a). Era um edifício de construção antiga, de estrutura metálica com paredes de alvenaria e pavimentos em madeira (Revelar Lx, 2005a). Possuía várias escadas que ligavam os diferentes pisos, espaços muito amplos e nenhum sistema que impedisse a propagação do incêndio.

O Chiado era um local de passagem por muitos habitantes de Lisboa quer pelo seu comércio quer por ser uma zona habitacional, onde muitas famílias da nobreza e alta

burguesia tinham os seus palácios. Era caracterizado por ser um espaço de exibição da cidade de Lisboa, onde as pessoas iam sobretudo para serem vistas. Porém, o esplendor de tempos começou a perder-se por volta dos anos 60, quando o Chiado começou a perder importância em detrimento de outros espaços culturais e comerciais e a entrar num processo de perda de valores.

Nos anos 80, com a perda do valor de outros tempos, o Chiado além da característica zona de comércio por que era conhecida, também sofreu uma diminuição brusca no nível de ocupação habitacional que viria a ser substituída por escritórios (Machado, 2013).

Na madrugada de 25 de agosto de 1988 tudo mudou quando deflagrou um incêndio nos Armazéns Grandella que quase destruiu o centro histórico de Lisboa e a herança da Baixa Pombalina. O incêndio do Chiado viria a ser conhecido como o Grande Incêndio do Chiado e a ser considerado como o pior evento a acontecer em Lisboa desde o terrível terramoto de 1755 (Delaney, 1988; Martins e Piteira, 2018; Silva *et al.*, 2014). O início do incêndio é controverso e passadas estas décadas ainda não se consegue determinar com exatidão quando, como e porque começou o fogo. Os relatos apontam que o incêndio tenha começado entre as 1h00m e as 4h30m (Delaney, 1988; Rádio e Televisão de Portugal Notícias [RTP Notícias], 2018a; Televisão Independente 24 [TVI 24], 2018), porém, o alerta do incêndio só terá sido dado por volta das 5h00m da madrugada. O fogo terá tido origem numa montra dos Armazéns do Grandella (Câmara Municipal de Lisboa [CML], 2018a; Coelho, 2018; Machado, 2013; Revelar Lx, 2005b) e quando o alerta foi dado já se avistava fumo a sair pelos telhados (O Corvo, 2013).

O alarme precoce é, ainda hoje, um problema porque as zonas históricas estão habitualmente habitadas por idosos, edifícios ocupados por comércio, sofreram desertificação ou possuem edifícios devolutos (Coelho *et al.*, 2006; Rodrigues, 2009; Santos *et al.*, 2011). Após ter sido dado o alerta, em poucos minutos os bombeiros chegaram ao local com dois veículos, mas nesta fase o incêndio já tinha atingido os Armazéns do Chiado e passado para o outro lado da Rua (O Corvo, 2013; Revelar Lx, 2005b). À parte dos danos visíveis e da destruição causada pelo incêndio, os transtornos indiretos com os cortes das linhas elétricas e das linhas telefónicas causavam o caos em torno da região. Os danos indiretos acumulavam-se em vários bancos, lojas, alguns serviços do Banco de Portugal e inclusive a Bolsa de Lisboa que tiveram de permanecer encerrados (Miranda, 2018).

A frente de fogo que tinha atingido os edifícios da Rua do Crucifixo e da Rua do Ouro dirigia-se com intensidade em direção ao Rossio (O Corvo, 2013), o que fez temer que atingisse o Tribunal da Boa Hora que estava cheio de processos e os cofres do Banco Montepio Geral cujos danos seriam dramáticos para o País (Miranda, 2018).

O edifício do Montepio Geral era de construção recente, constituído por betão enquanto os restantes edifícios eram, na sua maioria, de menor resistência ao fogo motivo pelo qual serviu de barreira à progressão do incêndio (O Corvo, 2013). Com o amanhecer, a cidade de Lisboa acordava e conseguia-se ver os edifícios que circundavam os Armazéns da Gandarella tomados pelas chamas e sem sinais notórios de quando iria ceder (O Corvo, 2013; Sociedade Independente de Comunicação Notícias [SIC Notícias], 2018).

O incêndio ameaça chegar ao paiol do quartel do Carmo e atingir o Bairro Alto (O Corvo, 2013), muitos telhados dos prédios que se situavam na Calçada do Sacramento tinham ervas e outros materiais, nessa altura temia-se que o incêndio se propagasse em direção ao paiol do quartel da Guarda Nacional Republicana ou para o Bairro Alto, o que se revelaria um problema grave devido a existirem muitas casas degradadas, ao tipo de combustível e às ruas ingremes e estreitas.

Às 7h00m da manhã o incêndio que já tinha passado pelos Armazéns do Chiado que se situavam na Rua do Carmo e na Rua Garrett chega ao edifício Eduardo Martins. Passadas 5h do alerta, o incêndio progredia em direção aos edifícios da Rua Nova do Almada e continua a ameaçar, entre outros, o Tribunal da Boa Hora (Martins e Piteira, 2018). As 11h00m o incêndio é considerado circunscrito (Miranda, 2018; RTP Notícias, 2018a; TVI 24, 2018) e por volta das 13h00m chega ao terreno um veículo de combate de incêndios do aeroporto com capacidade de projetar água a longas distâncias. O veículo é posicionado junto da Livraria Bertrand que ficava na Rua Garrett e inicia o combate. Embora poucos acreditassem que a solução residisse neste meio, a verdade é que o veículo do aeroporto demonstrou ser uma mais valia no combate e no domínio do principal

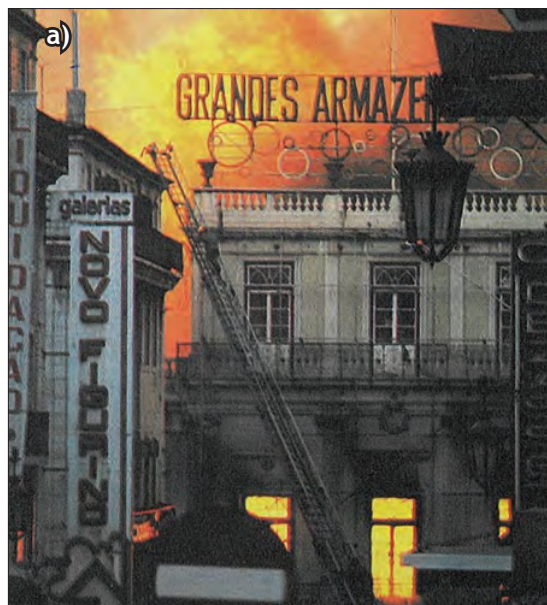
foco do incêndio (O Corvo, 2013). Cerca das 16h00m o incêndio foi dado como extinto (Diário de Notícias [DN], 2018; Lusa, 2018a; RTP Notícias, 2018a).

Os meios e o combate

Contam as crónicas da época que quando os Bombeiros chegaram aos Armazéns Grandella, os mesmos já estavam totalmente tomados. As construções dos prédios pombalinos eram compostas na sua maioria por estruturas em madeira, o que se revelou ser muito favorável à rápida propagação do incêndio (Coelho, 2018; Machado, 2013; O Corvo, 2013).

O incêndio do Chiado (fot. 1) alimentado pelas estruturas em madeira e pelo vento que se fazia sentir nesse dia, cedo fez perceber que os bombeiros teriam um combate difícil (O Corvo, 2013) e como muitas das madeiras estavam degradadas, agiram como verdadeiras achas para um incêndio que ardia velozmente e sem controlo (Martins e Piteira, 2018) dando a ideia de se tratar de uma enorme fornalha a trabalhar a todo o vapor (Coelho, 2018) e que era alimentada pela elevada carga térmica que encontrava à sua frente. As partículas incandescentes geradas pelo incêndio tornaram-se um problema indireto para o combate porque o vento forte que se fazia sentir transportava-as ao longo da baixa de Lisboa provocando novos focos de incêndio (Miranda, 2018).

Todos os Corpo de Bombeiros de Lisboa e arredores enviaram meios para o local e tiveram ainda apoio dos Bombeiros do aeroporto que só chegariam na hora do almoço (Revelar Lx, 2005b). Mais de 60 Corpos de Bombeiros trabalharam em conjunto e fizeram o que podiam e o que melhor sabiam, mas ficou claro que a falta de coordenação e planeamento foi um dos pontos frágeis no combate (Martins e Piteira, 2018).



Fot. 1 - Imagens do incêndio nos Armazéns do Chiado:

- a) Incêndio começou nos Grandes Armazéns do Chiado;
- b) O Chiado tomado pelas chamas (Fonte: a) João Marques Valentim, 1988; b) Fernando Ricardo in SIC Notícias, 2018).

Photo. 1 - Pictures of the fire in the Chiado warehouses:

- a) fire started in the Grandes Armazéns do Chiado [department store];
- b) Chiado engulfed by the flames (Source: a) João Marques Valentim, 1988; b) Fernando Ricardo in SIC Notícias, 2018).

Ao analisar-se a ausência de um plano de ação objetivo, esperar que o incêndio fosse evoluindo e não antecipar ações levou à necessidade de aprendizagem e evolução dos Bombeiros.

Quando os Bombeiros chegaram à Rua do Carmo, local onde decorria o sinistro, depararam-se com várias dificuldades o que tornou as condições de combate ainda mais difíceis (Machado, 2013; O Corvo, 2013; Revelar Lx, 2005b). Na época, a Câmara Municipal de Lisboa tinha transformado a Rua do Carmo em zona pedonal e tinha sido autorizado pelo Presidente Nuno Krus Abecasis a instalação de enormes canteiros de betão, com flores e assentos, cujos obstáculos viriam a impedir o acesso dos veículos dos Bombeiros ao local do incêndio e como resultado atrasar o combate (Delaney, 1988; Machado, 2013; Revelar Lx, 2005b).

No decorrer do combate, os trabalhos foram dificultados com o rebentamento de garrafas de gás, aparelhos de ar condicionado e computadores que deflagravam à medida que o incêndio se desenvolvia (Machado, 2013; O Corvo, 2013), como consequência os Bombeiros ficavam expostos ao material projetado pelas explosões, formava-se fumo denso que não deixava ver a dimensão da tragédia e que prejudicava a respiração dos Bombeiros (Martins e Piteira, 2018).

A juntar às complicações descritas, no decorrer do combate, os Bombeiros depararam-se ainda com inúmeras adversidades que os obrigaram por diversas vezes a recuar. As temperaturas elevadas que chegaram a atingir os cerca de 1700 graus (RTP Notícias, 2008), a dimensão do incêndio e a sua rápida progressão impediam a aproximação dos Bombeiros (Revelar Lx, 2005b), os hidrantes não funcionavam, o equipamento de combate dos Bombeiros apresentava graves falhas,

e.g., as mangueiras estavam furadas (Machado, 2013; O Corvo, 2013) e não havia organização no combate. Havia cabos e fios elétricos que dificultavam a montagem das autoescadas (O Corvo, 2013) e para dificultar ainda mais o combate, uma das condutas de água rebentou ao nascer do dia o que diminuiu a pressão nas linhas de combate (Lusa, 2013; TVI 24, 2014) e o livre acesso e circulação de pessoas que se deslocaram ao local para ver o que estava a acontecer e matar a curiosidade também foram outro fator que dificultava a livre circulação dos Bombeiros.

Dos documentários, artigos de jornal e análise de fotografias crê-se que muitos dos feridos poderiam ter sido evitados porque qualquer pessoa circulava na zona do sinistro sem que houvesse um balizamento correto e zonas interditas. Esta atitude permissiva levou a que os mesmos se expusessem ao incêndio, as condições adversas e ao risco de derrocada entre outros acidentes.

As pessoas e os jornalistas circulavam livremente por entre os Bombeiros que se encontravam a combater o incêndio e enchiam as ruas da zona (fot. 2), parados e incrédulos a observar o que estava a acontecer (Branco e Oliveira, 2018).

O número de Bombeiros presente no combate não é claro, estima-se que estiveram envolvidos cerca de 1680 Bombeiros apoiados por 275 veículos (CML, 2018a; Revelar Lx, 2005b), dos quais 22 eram autotanques e 6 autoescadas (Lusa, 2013; Miranda, 2018) para combaterem a determina altura, 6 frentes (DN, 2018; Lusa, 2018b; TVI 24, 2018) em articulação com diversas entidades presentes no local.

O vice-primeiro ministro da época, Eurico de Melo, vem afirmar publicamente que o meio aéreo solicitado



Fot. 2 - Bombeiros a combater o incêndio do Chiado (a);
Mar de pessoas que se acumulavam nas imediações do incêndio (b);
(Fonte: João R. de Almeida, 1988).

Photo. 2 - Firefighters fighting the Chiado fire (a);
Sea of people who gathered in the vicinity of the fire (b)
(Source: João R. de Almeida, 1988).

às 7h00m da manhã pelos Bombeiros nunca apareceu porque os mesmos consideraram não ser pertinente o seu empenhamento no incêndio (O Corvo, 2013). No entanto, há relatos de helicópteros da Força Aérea a sobrevoar a zona (fot. 3) para perceber a verdadeira dimensão da tragédia (Lusa, 2013; Miranda, 2018) mas que viriam a ser aconselhados a abandonar o local porque se fosse feita alguma intervenção aumentariam o risco de derrocada das estruturas que ainda estavam de pé (Martins e Piteira, 2018).



Fot. 3 - Helicóptero da Força Aérea a sobrevoar o incêndio do Chiado (Fonte: França, 2008).

Photo. 3 - Air Force helicopter flying over the Chiado fire (Source: França, 2008).

No balanço final, os Bombeiros queixaram-se de falta de recursos para o combate (Lusa, 2013), estavam exaustos e com fome.

Com a ocorrência de vários incêndios cujas dimensões provocaram graves consequências e o evoluir dos anos, os meios de combate, os equipamentos e os meios humanos também sofreram uma evolução positiva que permitiu otimizar a segurança da população (Almeida, 2013).

As consequências do incêndio

Do balanço final do incêndio do Chiado estimou-se que aproximadamente 2000 pessoas perderam o seu emprego, 40 empresas e 18 edifícios ficaram totalmente destruídos, dos quais o Armazém do Chiado, a Pastelaria Ferrari, o Estabelecimento Eduardo Martins, a Casa Batalha, alguns espaços comerciais tradicionais, escritórios e casas particulares (CML, 2018a; Delaney, 1988). Naquele dia ardeu o equivalente a aproximadamente 8 estádios de futebol (fig. 1) (Lusa, 2018a; Machado, 2013; Revelar Lx, 2005b).

Na fase de rescaldo, grande parte da área afetada era um monte de escombros com pedras e mármore partidas, fachadas destruídas, em risco de ruir, vigas de aço e ferro retorcido (fot. 4) (RTP Notícias, 2018a).

O incêndio viria a ser extinto no mesmo dia, mas só ao fim de 11 dias é que as operações de rescaldo ficaram

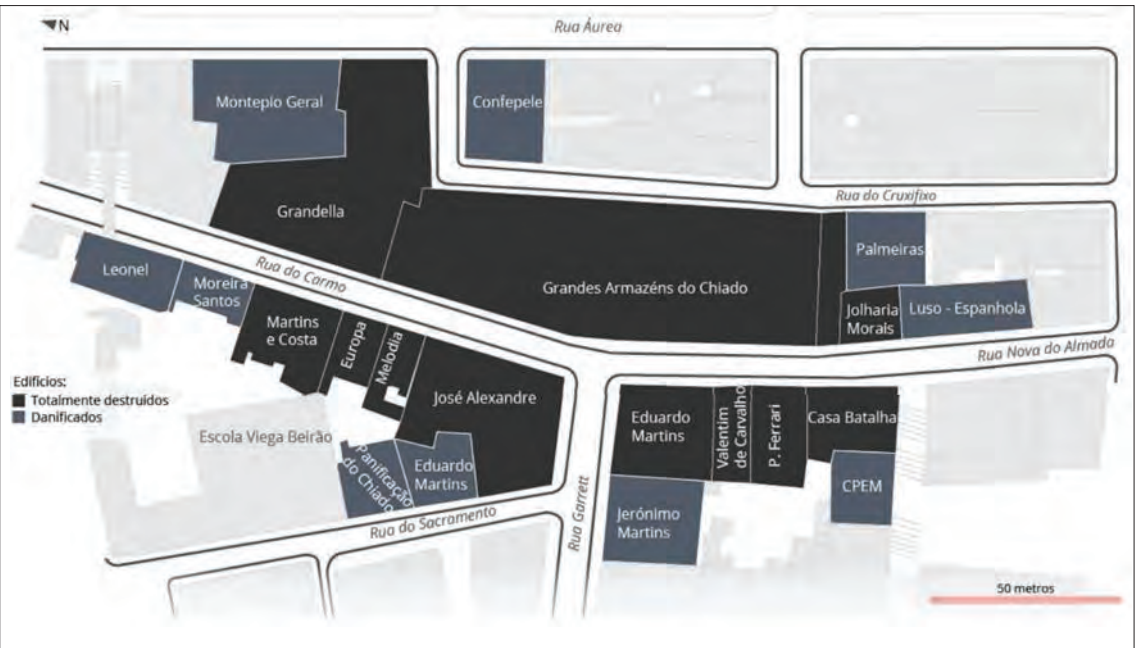


Fig. 1 - Esquema da área afetada pelo incêndio (Fonte: Martins e Piteira, 2018).

Fig. 1 - Schematic of the area affected by the fire (Source: Martins and Piteira, 2018).



Fot. 4 - Destruição dos edifícios depois do incêndio (a); Escombros caídos na rua depois da passagem do incêndio (b) (Fonte: João R. de Almeida).

Photo 4 - Destroyed buildings after the fire (a); Debris fallen on the street after the fire (b) (Source: João R. de Almeida).

concluídas, (Revelar Lx, 2005b). O acesso ao local manteve-se confinado e os Bombeiros permaneceram na zona até outubro (DN, 2018; Revelar Lx, 2005b; WIKIPEDIA, 2018b).

O incêndio causou cerca de 73 feridos, na sua maioria Bombeiros (CML, 2018a; Machado, 2013; Silva *et al.*, 2014) que sucumbiam devido à exaustão e à intoxicação por fumo (O Corvo, 2013) a fraturas e queimaduras ligeiras (DN, 2018; Lusa, 2018b). Registaram-se oficialmente dois mortos: um bombeiro de 31 anos que ficou gravemente queimado no incêndio com 85% do corpo afetado e um residente de 70 anos que estava prestes a ser resgatado quando, segundo as testemunhas, ficou inconsciente e terá caído desamparado para o meio das brasas, onde só viria a ser encontrado, mais de um mês depois, entre os escombros (Coelho, 2018; Delaney, 1988; Machado, 2013; Miranda, 2018; RTP Notícias, 2008; Silva *et al.*, 2014).

O número de desalojados não é consistente, alguns autores referem 300 desalojados (Delaney, 1988; Risso, 2017; Silva *et al.*, 2014) mas outros autores referem apenas perto de cinco famílias desalojadas (Branco e Oliveira, 2018; Coelho, 2018; Machado, 2013; Martins e Piteira, 2018) número que refletia o abandono habitacional da zona (Lopes, 2018).

Não é possível traduzir em números o que se perdeu naquela fatídica madrugada, em parte porque à data não era prática corrente haver um inventário por rotina. A história também foi outro marco difícil de quantificar, porque a mesma não tem preço e com o incêndio desapareceu grande parte das memórias criadas desde o século XIX (Delaney, 1988).

Os danos diretos causados pelo incêndio foram estimados em 80 milhões de euros (Neves *et al.*, in Caramujo, 2012). A nível atmosférico, o incêndio do Chiado também teve um impacto significativo. Os dados registaram que o campo elétrico atmosférico em condições atmosféricas boas registou um pico de 510 V/m, o fumo atingiu valores elevados a rondar os 0,4mg/m³, com os níveis de monóxido de carbono a rondar os 58,96mg/m³ (Silva *et al.*, 2014).

O debate público

O incêndio do Chiado originou na época um debate público porque apesar dos atrasos iniciais do combate ninguém percebia porque o incêndio tinha causado tantos danos, qual seria a causa inicial, quando teria sido o primeiro alarme ou se havia medidas de proteção contra incêndio (Delaney, 1988). Outra questão discutida na época foi a decisão democrática de transformar a Rua do Carmo e introduzir os enormes vasos e assentos. Embora sendo uma obra contestada por muitos, na verdade, para a proposta da Câmara ser aceite era necessário um parecer favorável dos Bombeiros e que foi emitido (O Corvo, 2013). Esta intervenção duvidosa na Rua do Carmo fez soar o alerta para o crescimento da zona metropolitana e a necessidade de intervenções (Baptista, 2004).

Nuno Krus Abecassis, Presidente da Câmara de Lisboa, não tinha à data um plano de intervenção para catástrofes, o que trouxe a público uma falha grave na proteção civil (Martins e Piteira, 2018). Outra controvérsia que nunca foi tida em conta e anunciava um desastre iminente era o número de garrafas de gás concentradas numa zona tão

pequena. Um estudo solicitado pelo Presidente da Junta de Freguesia Barata Neves, pouco antes do incêndio, calculou que deveriam existir perto de 2000 garrafas de gás o que representava uma bomba relógio ignorada por todos (O Corvo, 2013).

No início da manhã, a Polícia Judiciária deslocou-se à zona do incêndio para investigar as primeiras suspeitas de fogo posto. Três anos antes deflagrou um incêndio que consumiu totalmente um armazém em Tavira com origem em fogo posto e que pertencia ao grupo de Manuel Martins Dias, dono dos Armazéns do Chiado e da Grandella. Na madrugada em que teve início o incêndio do Chiado, também deflagrou no Bairro Alto um incêndio que teve origem criminosa, num edifício que também pertencia ao grupo de Martins Dias mas que foi facilmente dominado. Os Armazéns do Chiado estavam falidos e as suspeitas de origem de fogo posto em conjunto com estas coincidências apontavam para que o dono fosse o culpado (Miranda, 2018).

Por esse Motivo, Manuel Martins Dias, dono dos Armazéns do Grandella, foi mencionado como pessoa de interesse e que teria sido o próprio a pegar fogo, porém, apesar de ter sido preso (Branco e Oliveira, 2018; Lopes, 2018; Machado, 2013; SIC Notícias, 2018), nunca foi formalmente acusado e em 1992, decorridos quatro anos da investigação da Polícia Judiciária, o processo foi arquivado (Branco e Oliveira, 2018; Machado, 2013; Martins e Piteira, 2018; Risso, 2017) por falta de provas sustentadas. Na época, as perícias da Judiciária foram dificultadas porque quando os Bombeiros abriram as portas do edifício para combater, o incêndio evoluiu com extrema violência e destruiu qualquer tipo de vestígio do início do incêndio (Gravato, *in* Branco e Oliveira, 2018).

As causas para a demora do alerta foram apontadas como o despovoamento da zona e a ausência de medidas de alarme (Padrão, 2013c). Ainda hoje, permanecem incertezas sobre a verdadeira origem do incêndio embora tudo apontasse para a hipótese de fogo posto, dado que teria sido visto uma carrinha branca pouco antes do incêndio deflagrar.

Logo após o incêndio do dia 25 de agosto, o Município de Lisboa determinou uma avaliação exaustiva das zonas do Chiado, da Baixa e áreas circundantes. O Regimento de Sapadores Bombeiros (RSB) procedeu a vistorias rigorosas e rapidamente se percebeu que existiam zonas tão degradadas ou em pior estado que o Chiado. Da avaliação, percebeu-se que o material de construção dos edifícios, a instalação elétrica antiga, a acumulação de enormes cargas térmicas, a ausência de extintores e outros meios de combate a incêndios aliados à inexistência de portas corta-fogo, vãos abertos, falta de compartimentação, eram questões preocupantes e foram alguns dos aspetos mais relevantes mencionados no relatório apresentado pelo RSB (Sapo24, 2018). O

Incêndio do Chiado veio trazer à público, fragilidades na segurança contra incêndio e criar um novo paradigma.

Na época, o incêndio do chiado foi descrito por muitos como uma catástrofe com proporções incalculáveis, sendo considerado um desastre nacional pelo então Presidente da República, Mário Soares e pelo Primeiro-Ministro, Cavaco Silva, cuja gravidade quase ia destruindo a história Pombalina (Branco e Oliveira, 2018).

Uma das grandes falhas apontadas para o incêndio do Chiado foi a escassez do cumprimento efetivo de mecanismos de proteção contra incêndios (RTP Notícias, 1998). As construções deveriam ser em materiais mais resistentes ao fogo, capazes de sustentar a dispersão dos fumos e travar o avanço das chamas e ainda pela criação de mecanismos de evacuação de pessoas, mas à data, os edifícios de construção antiga eram verdadeiros barris de pólvora.

Os edifícios não possuíam nenhum tipo de material que retardasse a progressão do fogo, possuíam materiais de construção similares tais como, pisos e escadas em madeira, paredes de alvenaria, paredes de madeira e gesso onde predominava a madeira e vigas de metal (Rodrigues, 2010), elevada carga térmica cujos combustíveis se estendiam às fachadas, não havia compartimentação horizontal e vertical, internamente era um só, as fachadas dos edifícios vizinhos eram próximas como consequência das ruas estreitas (Campos, 2012), o sistema de deteção automático e os alarmes eram escassos ou inexistentes (Campos, 2012; Matias *in* Padrão, 2013).

A falta de limpeza periódica dos telhados e a acumulação de vários materiais dentro dos edifícios sem nenhuma regra aumentou quer a propagação quer a carga de incêndio (Rodrigues, 2010) sendo, em conjunto com o acesso indevido e permanência ilegal um problema atual (Santos *et al.*, 2011). O combate ao incêndio por parte dos Bombeiros demonstrou lacunas graves, havia a carência na troca de comunicações, falta de preparação para sinistros desta envergadura, falhas no planeamento e falta de um plano prévio de intervenção (Gravato, *in* Branco e Oliveira, 2018), havia ausência de Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequado ao combate (fot. 5) e falhas graves nos equipamentos de combate (Canseiro, 2018; Marques *in* Padrão, 2013; Padrão, 2013b).

O incêndio obrigou os Bombeiros a repensar o modelo que estava implementado. Como consequência, foram implementadas melhorias, olhou-se para os Bombeiros de outra forma, e foi criado um estatuto profissional para reger os Bombeiros e ainda foram implementadas medidas preventivas (Padrão, 2013b; Padrão, 2013c; Patrício *in* Lusa, 2018). Com esta catástrofe houve uma reformulação no modo de combate, planeamento e



Fot. 5 - Bombeiros com equipamento de proteção individual desadequado (Fonte: João R. de Almeida).

Photo. 5 - Firefighters with inadequate personal protective equipment (Source: João R. de Almeida).

melhoria no EPI (Padrão, 2013c; Patrício *in* Lusa, 2018) e nas regras de segurança para que imagens de um Bombeiro a combater de manga curta não se voltasse a repetir (Marques *in* Padrão, 2013). Em 1992 surge a Escola do RSB, com o objetivo de dotar os Bombeiros Sapadores de conhecimentos e técnicas na área do socorro, privilegiando a formação do pessoal do Regimento, bem como apoio a projetos de investigação, inovação e desenvolvimento (CML, 2018b).

Recentemente é publicado pela Câmara Municipal de Lisboa, um manual com normas para o espaço público. Existe a preocupação por parte da autarquia em proceder à planificação geográfica das ruas da cidade, que em determinadas vias não permite a circulação a viaturas de cidadãos, mas é acessível a viaturas de socorro dos bombeiros. Essas vias, dependendo da largura da via, permitem ou não parar/estacionar viaturas de cidadãos, sempre na ótica de melhorar o tempo de resposta dos meios de socorro relativamente a situações do passado (CML, 2018c). Com esta reformulação, a autarquia pretende facilitar o acesso dos Bombeiros em caso de sinistro numa tentativa de evitar danos humanos e materiais como consequência de um sinistro.

As deficientes medidas implementadas no Chiado tornaram urgente uma mudança radical de paradigma e a implementação de medidas no âmbito da segurança e da proteção civil (Delaney, 1988; O Corvo, 2013; Padrão, 2013b; Patrício *in* Lusa, 2018). A ausência de eficientes medidas contra incêndios em conjunto com o atraso na deteção do incêndio criou um grande impacto social. Foram desenvolvidos estudos sobre o tema para perceber o que teria falhado e o que se poderia fazer, destes estudos foram desenvolvidas medidas que se generalizaram a todo o País (Santana *et al.*, 2008; Silva, 2014).

Foram desenvolvidos dois planos que se encontram implementados na atualidade, mas que eram inexistentes ou pouco vocacionados na altura do incêndio do Chiado para o RSB. Um plano de formação que prepara os

efetivos para intervenções em zonas históricas, dado as suas especificidades e a existência de inúmeras construções do tempo do Marquês do Pombal, e, um plano de dotação de meios e equipamentos recentes e avançados para o próprio Regimento (Curto *in* TSF, 2018).

Grandes catástrofes tendem a ser revolucionárias no modo de atuação dos meios e na implementação de medidas legislativas. Embora em 1978 fosse atribuído aos diferentes ministérios, através de uma Resolução de Conselho de Ministros, a responsabilidade de implementarem medidas de segurança contra incêndio em edifícios através da criação de despachos normativos (Fernandes, 2009), pouco ou nada havia sido feito (Marques *in* Padrão, 2013). A cidade de Lisboa passou entre 1985 a 2005 por um rápido crescimento urbano que com isso introduziu transformações significativas na dinâmica da cidade (Baptista, 2004).

Ao longo dos anos, o risco de incêndio nos centros históricos foi e é uma preocupação para as entidades competentes devido aos riscos e vulnerabilidade que apresentam (Pais e Santos, 2015). Os centros históricos pelas suas características específicas, tais como, acessibilidades condicionadas, materiais de construção usados e o valor histórico apresentam grande preocupação para todos e exige intervenções constantes para melhorar a segurança contra incêndio (Pais e Santos, 2015; Rodrigues, 2010).

O incêndio do Chiado despertou nas autoridades competentes que era necessário tomar medidas para prevenir incêndios nas zonas mais antigas. Enquanto a zona urbana mais recente estava densamente edificada, as zonas mais antigas tinham sofrido um elevado abandono. Com isso deu-se um agravamento na degradação dos edifícios que na sua maioria eram compostos por material de madeira, cal, pedra, barro e areia, e no seu estado de conservação obrigando a que houvesse necessidade de se implementar medidas de prevenção e conservação (Rodrigues, 2010; Valentim, 2014).

Foi o incêndio do Chiado o causador do grande impulso legislativo na regulamentação para assegurar o mínimo de segurança e ao mesmo tempo em que se poderia otimizar a segurança contra incêndios em edifícios (Almeida, 2008; Fernandes, 2009; Marques *in* Padrão, 2013; Silva, 2014). A necessidade de conhecimento científico nesta área tem impulsionado o desenvolvimento de estudos que tem permitido compreender e quantificar questões que à data do incêndio do chiado ainda estavam numa fase embrionária. Com os estudos desenvolvidos ao longo destes anos, hoje, é possível compreender o nível de risco de incêndio, definir as medidas de autoproteção em função desse risco tendo em conta a propagação, evacuação e combate ao incêndio (Belgas *et al.*, 2016).

O Chiado obrigou a uma profunda reflexão do que teria de ser alterado para evitar outra catástrofe. Da reflexão crítica concluiu-se quatro pontos chave: eram necessários materiais de revestimento adequado contra incêndio, era necessária sinalização de emergência, deveria haver projetos específicos para espaços públicos em áreas históricas e deveria haver vistorias para verificar se as medidas de segurança contra incêndio tinham sido realmente implementadas (Campos, 2012).

A segurança contra incêndios urbanos permite integrar um conjunto de medidas que pretende determinar as diferentes fragilidades de determinado edifício e outros fatores tais como, a probabilidade de deflagração, velocidade e propagação, acessibilidade, extinção e combate, e as dificuldades de evacuação pelo que se torna importante avaliar o risco do parque edificado que contempla diferentes tipologias construtivas, usos e cargas de incêndio (Belgas *et al.*, 2016).

Nos anos seguintes ao incêndio foram dados os verdadeiros passos rumo à regulamentação da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) com a criação de Decretos-Lei e Regulamentação (Almeida, 2008; Campos, 2012; Fernandes, 2009; Marques *in* Padrão, 2013; Padrão, 2013c; Patrício *in* Lusa, 2018).

Como referido anteriormente, a legislação existente à data do incêndio surge com o primeiro diploma a ser publicado que foi a Resolução do Conselho de Ministros, de 31 de agosto de 1989, que abordava medidas a ser aplicadas a todos os edifícios onde houvessem serviços públicos. O Decreto-Lei n.º 64/90, de 21 de fevereiro que regulamentou o SCI em edifícios de habitação que era aplicável a edifícios de habitação a construir e/ou existentes desde que implicasse que as modificações ultrapassassem o limiar de alturas. Com o incêndio do Chiado surgiu de seguida o Decreto-Lei n.º 426/89, de 6 de dezembro que implementava medidas cautelares de SCI em áreas urbanas antigas em edifícios com altura inferior a 20m ou que não tinham mais de sete pisos aparecendo mais tarde o Decreto-Lei n.º 64/90 que regulamenta o SCI em Edifícios de Habitação (Campos, 2012).

A legislação de SCIE que surgiu à data possuía várias lacunas e omissões, encontrava-se dispersa por diversos diplomas avulsos, muitos dos textos eram frequentemente divergentes, por vezes contraditórios nas linhas orientadoras para o mesmo problema o que gerava dificuldade na compreensão do vasto articulado desse quadro normativo. Face a estes problemas, em 2008 a legislação foi revista, integrada e interligada mantendo-se até à data de hoje (Belgas *et al.*, 2016). A principal alteração da atual legislação vem indexar a cada utilização tipo, uma categoria de risco e as medidas de autoproteção necessárias para uma exploração segura dos edifícios e da vida humana (Caramujo, 2012).

Atualmente a regulamentação é composta pelo Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, que estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE) e pela Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro que estabelece o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RTSCIE) que são complementados por diferentes Portarias e outros tais como: o Despacho n.º 2074/2009, de 15 de janeiro de 2009 que define os critérios técnicos para determinação de densidade de carga de incêndio modificada, a Portaria n.º 64/2009, de 22 de janeiro que estabelece o regime de credenciação de entidades para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspeção das condições de segurança contra incêndios em edifícios, a Portaria n.º 773/2009, de 21 de julho que define o procedimento de registo das entidades que exerçam a atividade de comercialização, instalação e/ou manutenção de produtos e equipamentos de SCIE na Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), a Portaria n.º 610/2009, de 8 de junho que regulamenta o sistema informático que permite a tramitação desmaterializada dos procedimentos administrativos previstos no Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE), a Lei n.º 32/2007, de 13 de agosto que regula o Regime Jurídico das Associações Humanitárias de Bombeiros e a Portaria n.º 1054/2009, de 16 de setembro que fixa o valor das taxas pelos serviços prestados pela ANPC.

A implementação destas medidas carece de inspeção das entidades competentes para avaliar se as medidas necessárias à ocupação tipo e atividade estão adequadas (Ono, 2004). A SCIE, através de regulamentos e ações de educação e formação, tem como objetivo garantir a proteção de pessoas e do património cultural tendo especial importância quando aplicada em centros históricos devido às suas particularidades, nomeadamente, edifícios abandonados, degradados ou em mau estado de conservação. As escolhas das medidas adequadas a ser utilizadas, sejam ativas ou passivas, devem ser aplicadas de acordo com a situação e dependendo do tipo de ocupação do edifício e da atividade que nele é desenvolvida (Almeida, 2013, Pais e Santos, 2015), podendo adotar medidas de segurança de carácter de proteção ou de carácter preventivo (Ono, 2004).

Embora as medidas preventivas pareçam inúteis ou exageradas e, por vezes, com custos pouco atrativos, na verdade se as mesmas forem corretamente implementadas, se o público alvo for devidamente treinado, em caso de incêndio vão revelar-se baratas e de fácil controlo, porém, continuamos com um problema crescente tão atual como era à época do incêndio, o abandono do alojamento local (Santana *et al.*, 2008).

O risco de incêndio depende de vários fatores, entre os quais, o tipo de edifício, o tipo de atividade que alberga, o número de pisos, a dimensão do espaço, o tipo e densidade de ocupação, os materiais de construção e os sistemas de SCI (Almeida, 2013), tendo em conta que o risco é igual à probabilidade de ocorrência de um dado acontecimento mais as suas consequências (Caramujo, 2012). O conceito de risco é caracterizado pela incerteza das consequências que os danos podem provocar. Trata-se de um acontecimento indesejado que deve ser quantificado e avaliado para prevenir as suas consequências caso aconteça (Pais e Santos, 2015).

Foram desenvolvidas diferentes metodologias de análise de risco de incêndio, o primeiro método foi o método Gretener que apoiava o estabelecimento de prémios de seguros na indústria e armazéns de grande dimensão. Em Portugal é comum utilizar o método de análise do risco de incêndio em centros urbanos antigos (ARICA) (Almeida, 2013; Belgas *et al.*, 2016; Coutinho, 2017), embora, outros métodos também tenham sido utilizados tais como, o método *Fire Risk Assessment Method for Engineering* (FRAME) e o método *Fire Risk Index Method* (FRIM) (Almeida, 2013; Santos *et al.*, 2011). As metodologias permitem quantificar o risco de incêndio de acordo com as suas características arquitetónicas e a natureza da carga de incêndio (Almeida, 2013; Belgas *et al.*, 2016; Coutinho, 2017).

Vários métodos foram sendo desenvolvidos ao longo dos anos, de destacar o mais recente aplicado no Porto, o método do Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras (CHICHORRO) que partilha algumas semelhanças com o Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes (MARIEE), sobretudo a nível dos fatores globais e parciais (Coutinho, 2017).

De uma forma resumida, o método de CHICHORRO define que o Risco de Incêndio deve incidir nos cálculos da POI (Probabilidade de Ocorrência do Incêndio), DPI (Desenvolvimento e Propagação do Incêndio), o ESCI (Eficácia do Socorro e Combate a Incêndio) e CTI (Consequências Totais dos Incêndios). Que por sua vez, a CTI se vai dividir na CPL_{CI} (Consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio), CPL_{VHE} (Consequências parciais de incêndio na via horizontal de evacuação) e na CPL_{VVE} (Consequências parciais de incêndio na via vertical de evacuação). Do resultado final de vários cálculos, com

vários fatores globais e parciais, é apresentado sobre a forma de uma escala de valores, qualitativa, dividida em 12 classes de Risco de Incêndio, a seguinte proposta de classificação dos edifícios: A++, A+, A, B+, B, B-, C+, C, C-, D, E e F, sendo que em A++ o Risco de Incêndio é MUITO BAIXO e em F o Risco de Incêndio é IMINENTE (Coutinho, 2017).

A análise do risco permite aos Bombeiros e às entidades criar mapas que permitam identificar necessidades de intervenções imediatas ou preventivas para minimizar o risco. Esta conjugação de medidas mitigadoras permite melhorar a eficiência de intervenção dos Bombeiros (Muculo, 2013). Uma metodologia simples que os Bombeiros podem usar para avaliar a dificuldade que poderão ter no combate de um sinistro é considerar a acessibilidade ao local, o estado de conservação dos edifícios e a disponibilidade de água (Rodrigues, 2009).

Nas obras de requalificação do Chiado, foram tidas em conta medidas de alargamento das vias de circulação, passando a ser as ruas mais amplas e sem obstáculos, tais como, bancos e esplanadas, para facilmente as viaturas dos bombeiros poderem deslocar-se às diversas zonas numa situação de emergência (Santana *in* Rodrigues, 2010).

Três décadas depois ainda há necessidade de reabilitação das zonas históricas que continuam a degradar-se (Santana *et al.*, 2008; Segurança Online, 2013). No que respeita a Infraestruturas, a começar pela acessibilidade aos Centros Urbanos Antigos (CUA), na sua maioria, apresenta-se com uma largura reduzida, algumas vezes até a própria altura condiciona os meios de socorro. O risco aumenta ainda, dado a proximidade entre edifícios, que facilita a propagação do incêndio por radiação, projeção de faúlhas e em diversos casos por contacto direto das chamas. Estacionamentos desorganizados, largura reduzida da via, raios de curvatura pequenos, contribui para diminuir a eficácia no combate ao incêndio (Coelho *et al.*, 2006). Os CUA apresentam geralmente um elevado risco de incêndio que dificultam o ataque e facilitam a propagação do incêndio associada à natureza dos materiais (Barra e Rodrigues, 2012).

A morfologia urbana caracterizada por ruas estreitas é um problema atual que dificulta o acesso dos Bombeiros e que não é possível contornar. Acresce a esta dificuldade de acesso, as ruas movimentadas e o estacionamento desordenado, motivo pelo qual, tem sido criado acesso condicionado. Porém, nem sempre as regras são cumpridas e muitas vezes são os próprios moradores a estacionar indevidamente. Muitos edifícios estão localizados em zonas de difícil acesso, com vias de evacuação estreitas, espaços interiores pequenos e labirínticos com elementos construtivos que não respeitam a resistência ao fogo regulamentada (Rodrigues, 2010).

Os hidrantes exteriores, nem sempre estão presentes nestas zonas, e por vezes, a existir, não satisfazem as necessidades dos Bombeiros durante o combate, uma vez que assentam em ramais antigos de reduzida dimensão e/ou pressão. Outro grande problema, prende-se com a elevada densidade de construção e ocupação do solo, que na maioria dos casos é desordenada, de má qualidade e quarteirões inteiros como se de um bloco maciço se tratasse. Quando passamos para os edifícios, a começar pelos materiais de revestimento que potenciam o início e o desenvolvimento do incêndio, a inexistência de compartimentação ao fogo ou o material utilizado não ser o mais adequado nem oferecer garantias de estanquidade aos gases, fumo e chamas (Coelho *et al.*, 2006).

Os elementos estruturais muitas vezes em madeira ou aço, instalações de gás com deficiências no seu estado de conservação, garrafas de gás no interior e em espaços sem ventilação. A instalação elétrica com vários anos, muitas vezes sem requisitos mínimos face às exigências impostas na atualidade e ao aumento natural do consumo ao longo dos anos. Os caminhos de evacuação, sem proteção nenhuma, escadas estreitas e ingremes, sem controlo de fumos e material de combate a incêndios obsoleto ou inexistente. E, em muitas situações, o comércio local de produção e armazenagem de produtos e atividades de risco, são problemas presentes ao longo dos anos (Coelho *et al.*, 2006).

Reconstruir o Chiado

A preservação do património histórico é uma preocupação mundial que tem crescido nos últimos anos (Procoro, 2006). Os núcleos urbanos são zonas que apresentam características particulares, em especial as zonas históricas ou mais antigas cujo nível de risco de incêndio é particularmente elevado. Enquanto a malha urbana moderna está a crescer a par das normas do regulamento contra incêndio, mas por zonas que tipicamente possui elevada concentração populacional, as zonas mais antigas caracterizam-se por uma procura típica de população turística, edifícios com matérias de construção, por vezes, muito antigos, espaços pequenos e com medidas de autoproteção implementadas à posterior da sua construção.

Porém, como a legislação de SCIE foi desenvolvida para ser implementada em edifícios que sejam construídos hoje, por vezes, a implementação dessas medidas nos edifícios antigos pode ser extremamente difícil senão impossível (Muculo, 2013). O despovoamento e abandono da zona histórica está a colocar em causa o estado de conservação, a promover a degradação dos edifícios e a permitir que muitos se transformem em ruínas. Aliado a isso, os edifícios pela sua localização e degradação estão vulneráveis a um incêndio e conseqüente propagação para os edifícios vizinhos (Muculo, 2013; Rodrigues, 2010).

Podem ser adotadas medidas para reduzir o risco de deflagração e a propagação do incêndio, intervenções totais ou parciais nas estruturas, pavimentos, revestimentos e nas instalações elétricas e de gás, assim como, sensibilizar as pessoas a adotar comportamentos que permitam aumentar a sua segurança (Coelho *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2011). Dotar os edifícios com sistemas automáticos de deteção de incêndio e em algumas situações de sistemas de extinção automáticos. Separar zonas comerciais de armazenamento, com a criação de compartimentação corta-fogo que permita aumentar os níveis de segurança (Coelho *et al.*, 2006).

Relativamente à intervenção dos Bombeiros, deve ser melhorada no sentido de permitir que as viaturas dos Bombeiros circulem sem problemas de trânsito, com a implementação de políticas viárias para essas zonas. Criação ou reforço de infraestruturas e equipamentos nas áreas mais debilitadas, essencialmente no abastecimento de água.

A existência de unidades de socorro mais pequenas, colocadas estrategicamente nessas áreas ou imediações, que permita uma rápida intervenção e ataque na fase inicial do incêndio, pode diminuir a capacidade que o incêndio pode ter de propagação e desenvolvimento. A formação e criação de brigadas de intervenção, oriundas dos moradores ou utilizadores desses espaços, pode ser uma mais valia para o rápido controlo do incêndio ou o atraso do desenvolvimento até à chegada dos Bombeiros (Coelho *et al.*, 2006). Deste modo, é importante informar e formar os ocupantes dos edifícios (Caramujo, 2012).

Quando se deu o incêndio no Chiado, a grandiosidade que outrora fora o Chiado estava em declínio. O conhecido coração de Lisboa estava a morrer e não conseguia atrair clientes (Guennes, 1998). Os novos centros comerciais eram a nova atração de Lisboa, o espírito consumidor que acompanhava a cultura da época e a normas da Europa estavam a matar o Chiado que outrora fora grandioso.

O aparecimento de centros comerciais veio alterar a dinâmica do comércio local ao substituir as estruturas mononucleadas por estruturas policêntricas (Salgueiro, 1994). O incêndio do Chiado deixou o País sem reação, não se sabia se se deveria apenas reconstruir segundo a era moderna da altura ou preservar a história pombalina. Aliado a esta controversa discussão havia a parte sentimental de todos que viviam a essência do Chiado e a perda incondicional do património histórico e arquitetónico.

Por esse motivo, é importante relembrar que a preocupação de prevenir incêndios nas zonas históricas é de todos, seja as entidades responsáveis seja pela população local, pelo que uma cultura de risco baseada na sensibilização, educação e divulgação deve estar na base de medidas de prevenção (Rodrigues, 2010; Santos *et al.*, 2011).

Um incêndio quando ocorre numa zona histórica leva consigo o valor histórico e cultural que jamais poderão ser repostos (Rodrigues, 2010).

Apesar de a Câmara ter fornecido locais para os comerciantes se alojarem temporariamente, semanas depois ainda havia muito pesar e sofrimento. Toda a história de casas como a Casa Valentim de Carvalho ou a Casa Batalha ficaram perdidas no meio das cinzas e escombros carbonizados (Delaney, 1988). Hoje, o Grande Chiado, embora ostente grandiosidade e seja um ponto de passagem obrigatório para muitos, ainda representa dor e sofrimento de um momento trágico na vida de muitos (Risso, 2017).

Um incêndio não traz consigo apenas dano ao edifício e perdas económicas, as consequências do incêndio vão muito mais longe porque marcam as pessoas locais podendo estender-se ao longo de gerações. Por outro lado, a sua devastação é capaz de criar um espírito humanitário (Breda, 2010), que é importante para tentar minimizar o impacto negativo nos negócios, economia local, turismo, paralisa temporária das atividades e dos investimentos e ainda danos para o meio ambiente (Procoro, 2006). Depois do incêndio foi criado um fundo para ajudar na reconstrução do Chiado (Padrão, 2013a; RTP Notícias, 2018b). Numa primeira fase foram reunidos cerca de 4,5 milhões de euros em doações, subsídios e empréstimos com a promessa do Conselho da Europa, da Unesco e o Banco Europeu de Investimento de poderem facultar mais dinheiro (Delaney, 1988).

Um ano após o incêndio do Chiado, o Presidente da Câmara Municipal de Lisboa, Abecassis, convida o arquiteto Siza Vieira para proceder à requalificação da zona. Houveram várias contingências para preservar a pouca história que ainda permanecia de pé. Graças à discórdia que se ergueu na época sobre a modernização ou preservação, ainda hoje é possível ver paredes de alvenaria, abóbadas e parte das fachadas do convento do Espírito Santo da Pedreira (Baptista, 2004; RTP Notícias, 2018b).

Uma década depois do incêndio, a requalificação do Chiado ainda não estava concluída porque haviam questões legais e muitos proprietários que não chegavam a acordo (RTP Notícias, 2018b; Vieira, 1988). Para agilizar o processo, o Presidente da Câmara viu-se forçado a comprar os edifícios com a garantia, depois das obras concluídas, da promessa de recompra pelos antigos donos. Porém, concluídas as obras, o preço de retoma estava inflacionado e os apoios prometidos aos proprietários afetados já não existiam. Sem capacidade financeira, muitos proprietários ficaram impossibilitados de retomar o que era seu e as frações foram vendidas em hasta pública (Vieira, 1988; Pincha, 2015).

Muitas das fachadas ainda demonstravam o esqueleto do esplendor de outros tempos. As fachadas que tinham ruído foram reconstruídas, mas o Arquiteto Siza Vieira

colocou o seu toque e fez alterações futuristas tais como, a colocação de um metro, arcos que permitiam a ligação a praças e ruas (RTP Notícias, 2018b; Siza Vieira, 2018).

A reabilitação de núcleos urbanos antigos é uma ação prioritária na mitigação e gestão dos riscos urbanos devido ao elevado valor que o património histórico e cultural representa. As entidades competentes têm, portanto, interesse em salvaguardar o património e minimizar os riscos de incêndios nessas áreas (Domingues e Quinta-Nova, 2015). A requalificação da zona pelo arquiteto Siza Vieira e a procura de marcas de renome fez com que o Chiado se tornasse numa das zonas mais caras de Portugal, com o metro quadrado a atingir valores acima da média (Machado, 2013; O Corvo, 2013).

De facto, nota-se ao longo dos anos uma perda de oferta comercial na Baixa de Lisboa, contrariamente ao Chiado que tem vindo a apresentar uma crescente dinâmica comercial e uma garantia para a atividade pública circundante ao trabalhar na análise das mudanças e ao adotar estratégias para suprimir as necessidades dos consumidores (Guimarães e Matos, 2010). Numa sociedade onde a mudança se faz a um ritmo acelerado, os centros históricos têm de se manter atrativos para não perderem a sua centralidade, popularidade e atratividade. Caso contrário, seguem o rumo do desinteresse que levam ao declínio e ao despovoamento. Por esse motivo, há consenso entre as entidades competentes que é necessário aumentar a atividade e reforçar a centralidade do interesse no centro histórico da Baixa de Lisboa. Deste modo, a requalificação urbana impõem revitalizar a área urbana histórica para que se proceda a uma reestruturação atrativa (Pereira, 2011).

Conclusão

O Chiado trouxe a descoberto a importância de registos pormenorizados que viriam só com a criação da Autoridade Nacional de Proteção Civil, em 2003, a ser valorizados (Fernandes, 2009). A falta de clareza da fita do tempo e a informação sobre o incêndio do Chiado não é consistente e apresenta discordâncias em alguns pontos o que torna difícil haver unanimidade nos dados apresentados.

O grande incêndio de 1988 permitiu dar uma lufada de ar fresco ao Grande Chiado, porque nos últimos anos antes do fogo o Chiado foi deixado ao abandono face ao aparecimento de novos espaços comerciais e focos de atratividade até aí exclusivos do Chiado.

A 25 de agosto de 1988, o Incêndio do Chiado foi o resultado da convergência de diversos fatores que teve um grande impacto no património cultural e social da cidade de Lisboa. O incêndio teve início às portas da Baixa Pombalina e destruiu séculos de história que foram de certa forma preservados na sua requalificação.

Existem momentos que marcam a história e que tem um impacto significativo na cultura, na sociedade e obriga a mudanças de comportamentos e atitudes. A controvérsia gerada em torno do incêndio viria a ser um marco importante para a história que teve implicações no paradigma da proteção civil. O incêndio colocou a nu muitas das deficiências existentes na época, relativamente ao planeamento em caso de emergência e da prevenção contra incêndio, em particular a inexistência de mecanismos de autoproteção e SCI. Como resultado, foram feitas mudanças nas medidas de proteção contra incêndios em edifícios, no modo de atuação e formação dos Bombeiros, no equipamento usado na proteção do Bombeiro e no combate.

Existe uma preocupação de minimizar a probabilidade de deflagração de um incêndio e das suas consequências. A zona urbana que engloba a zona histórica possui enorme valor histórico, arquitetónico e patrimonial que caracterizam a história local. Quando ocorre um sinistro numa zona urbana a probabilidade de haver dano significativo na vida humana e na economia local é elevada. Acresce ainda o comprometimento dos edifícios circundantes e dos danos económicos indiretos.

A zona urbana é densa e homogênea, mas vive contra a degradação do tempo e dos materiais como consequência do tipo de material usado atualmente. Se antigamente a madeira predominava na construção, hoje, o material plástico abunda nos edifícios. Caso haja uma deflagração dificilmente se consegue confinar o incêndio ao seu ponto de origem. Motivo pelo qual a legislação em vigor, quando bem aplicada é um poderoso aliado dos Bombeiros na eliminação de uma deflagração.

A SCIE permite garantir a longevidade dos edifícios por meio de intervenções que previnem os riscos de incêndio e promovem a continuidade de práticas socioculturais e económicas para as gerações futuras (Serpa, 2009).

Na atualidade, o Chiado é uma das zonas comerciais mais desenvolvidas da cidade de Lisboa, com uma imagem rejuvenescida que atrai jovens e turistas, mas que não ostenta a grandiosidade de outros tempos e que ainda recorda amargas marcas.

Referências bibliográficas

- Almeida, J.E.S.C. (2008). *Organização e Gestão de Segurança em Incêndios Urbanos*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Segurança contra Incêndios Urbanos apresentado ao Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Almeida, A.S.G. (2013). *Análise do risco de incêndio no centro histórico de Viseu. O caso do quarteirão da rua Escura*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Construção e Reabilitação apresentado ao Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu
- Baptista, L.V. (2004). *Requalificação Urbana: O Papel dos grandes projectos: o caso de Lisboa*. *Geolnova, Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*, (10), 191.
- Barra, M.P., e Rodrigues, J.P.C. (2012). A Problemática do Risco e Propagação de Incêndio nos Centros Urbanos Antigos. 4º Encontro Nacional de Riscos, Segurança e Fiabilidade. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261536800_A_PROBLEMATICA_DO_RISCO_E_PROPAGACAO_DE_INCENDIO_NOS_CENTROS_URBANOS_ANTIGOS
- Branco, C., e Oliveira, S. A. (2018). “*Tinha tanto de bonito como de horror*”. *O incêndio do Chiado visto por uma bombeira que o combateu*. Observador. Disponível em: <https://observador.pt/especiais/tinha-tanto-de-bonito-como-de-horror-o-incendio-do-chiado-visto-por-uma-bombeira-que-o-combateu/>
- Belgas, L., Valentim, T., Vicente, R., e Ferreira, T. (2016). Avaliação do risco de incêndio no Núcleo Urbano de Aljustrel. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304804232_Avaliacao_do_risco_de_incendio_no_Nucleo_Urbano_de_Aljustrel
- Breda, I. L. R. (2010). *Proposta de uma ferramenta de organização e gestão para o combate ao incêndio urbano*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Construções Civis apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA (2018a). *1988 - Incêndio do Chiado*. Disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/municipio/historia/historial-das-catastrofes-de-lisboa/1988-incendio-do-chiado>
- CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA (2018b). Escola RSB Lisboa. Disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/viver/seguranca/regimento-de-sapadores-bombeiros/formacao>
- CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA (2018c). Lisboa o desenho da rua, manual do espaço público. Disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/viver/urbanismo/espaco-publico>
- Campos, A. T. (2012). *Enquadramento da Legislação de Segurança Contra Incêndios em Edifícios existentes no Porto. Estudo de caso. Propostas alternativas para adaptação às exigências regulamentares*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em construções apresentado à Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Canseiro, V. (2018). Entrevistado por Rádio e Televisão de Portugal Notícias [Gravação de fita]. Rádio e Televisão de Portugal, Lisboa. Disponível em:

https://www.rtp.pt/noticias/pais/incendio-no-chiado-morreram-duas-pessoas-no-dia-em-que-ardeu-o-coracao-de-lisboa_v1095133

Caramujo, M. C. P. (2012). *Gestão da Segurança contra Incêndio em Cidades Sustentáveis*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção e Reabilitação apresentado ao Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Coelho, A., Rodrigues, J., Charreau, G., Fernandes, A. (2006). *A segurança ao incêndio em centros urbanos antigos - metodologias de análise*. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joao_Paulo_Rodrigues3/publication/261529035_A_SEGURANCA_AO_INCENDIO_EM_CENTROS_URBANOS_ANTIGOS/links/0deec53480a0a4b744000000/A-SEGURANCA-AO-INCENDIO-EM-CENTROS-URBANOS-ANTIGOS.pdf

Coelho, P. M. (2018). *Incêndio do Chiado: As fotografias do antes e depois*. Disponível em: <https://espalhafactos.com/2018/08/24/chiado-as-fotografias-do-antes-e-depois-dos-incendios/>

Coutinho, B. M. N. (2017). *Avaliação do risco de incêndio dos edifícios do centro histórico do Porto com o Método CHICHORRO - Zona das Taipas e São Francisco*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em construções apresentado à Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Curto, F. citado in TSF. (2018). “Não voltaremos a ter em Lisboa um incêndio igual ao do Chiado”. TSF. Disponível em: <https://www.tsf.pt/sociedade/interior/nao-voltaremos-a-ter-em-lisboa-um-incendio-igual-ao-do-chiado-9759515.html>

Delaney, P. (1988). Lisbon Journal; A City's Heart in Ruins: Now to Put It Together. *The New York Times*. Disponível em: <http://www.nytimes.com/1988/09/19/world/lisbon-journal-a-city-s-heart-in-ruins-now-to-put-it-together.html>

DIÁRIO DE NOTÍCIAS (2018). 25 de agosto de 1988. *O dia em que ficaram só as paredes do velho Chiado*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/edicao-do-dia/25-ago-2018/interior/25-de-agosto-de-1988-o-dia-em-que-ficaram-so-as-paredes-do-velho-chiado--9759909.html>

Domingues, D.J. J., e Quinta-Nova, L. C. (2015). *O contributo do planeamento urbano na prevenção de incêndios na zona histórica de Oleiros e área rural envolvente*. Agroforum, (34), 81-91.

Fernandes, R. C. (2009). *Regulação na Proteção e Socorro: Segurança contra Incêndios em Edifícios*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Administração e Políticas Públicas apresentado ao Dep. de Sociologia, Instituto Universitário de Lisboa.

[Fotografias de João R. de Almeida]. (ca. 1988). *Incêndio no Chiado aconteceu há 30 anos*. Manuscritos e arquivos, Rádio e Televisão de Portugal.

Gravato, H., citada in Branco, C., e Oliveira, S.A. (2018). “Tinha tanto de bonito como de horror”. *O incêndio do Chiado visto por uma bombeira que o combateu*. Observador. Disponível em: <https://observador.pt/especiais/tinha-tanto-de-bonito-como-de-horror-o-incendio-do-chiado-visto-por-uma-bombeira-que-o-combateu/>

Guennes, D. (1998). O Chiado 10 anos depois do fogo. *Jornal do Commercio*. Disponível em: http://www2.uol.com.br/JC/_1998/2508/in2508b.htm

Guimarães, P. P., e Matos, F. (2010). As potencialidades e vulnerabilidades da Baixa-Chiado e de Telheiras lidas pelas lentes da resiliência comercial urbana. *Atas do XII Colóquio Ibérico de Geografia*, 6.

Lopes, A. S. (2018). Incêndio do Chiado foi há 30 anos. Da catástrofe à redenção inesperada. *Publico*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2018/08/25/local/noticia/incendio-do-chiado-a-catastrofe-e-a-redencao-1841993>

LUSA (2013). *O incêndio do Chiado hora a hora*. TSF Rádio Notícias. Disponível em: <http://www.tsf.pt/vida/interior/o-incendio-do-chiado-hora-a-hora-3386539.html>

LUSA (2018). *Chiado acordou há 30 anos com um incêndio que mudou a capital*. Sábado. Disponível em: <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/chiado-acordou-ha-30-anos-com-um-incendio-que-mudou-a-capital>

LUSA (2018). *Incêndio no Chiado foi há 30 anos*. Sociedade Independente de Comunicação Notícias. Disponível em: <https://sicnoticias.sapo.pt/pais/2018-08-25-Incendio-no-Chiado-foi-ha-30-anos>

Machado, C. D. (2013). *Lisboa assinala hoje os 25 anos do incêndio que destruiu o chiado*. Publico. Disponível em: <https://www.publico.pt/2013/08/25/jornal/lisboa-assinala-hoje-os-25-anos-do-incendio-que-destruiu-o-chiado-26994191>

Marques, A. citada in Padrão, I. (2013). *Incêndio do Chiado mudou forma de combate aos fogos*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/portugal/sul/interior/incendio-do-chiado-mudou-forma-de-combate-aos-fogos-3320116.html>

Martins, A., e Piteira, S. (2018). *Um fogo no coração de Lisboa. O incêndio do Chiado foi há 30 anos*. Rádio e Televisão de Portugal Notícias. Disponível em: https://www.rtp.pt/noticias/pais/um-fogo-no-coracao-de-lisboa-o-incendio-do-chiado-foi-ha-30-anos_es1094952

Matias, C. citada in Padrão, I. (2013). *Incêndio do Chiado mudou forma de combate aos fogos*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/>

- [portugal/sul/interior/incendio-do-chiado-mudou-forma-de-combate-aos-fogos-3320116.html](http://portugal.sul/interior/incendio-do-chiado-mudou-forma-de-combate-aos-fogos-3320116.html)
- Miranda, M. G. (2018). *As fotos, as histórias e as capas dos jornais do incêndio do chiado*. Disponível em: <https://magg.pt/2018/08/25/as-fotos-as-historias-e-as-capas-dos-jornais-sobre-o-incendio-do-chiado/>
- Muculo, C. P. (2013). Avaliação de risco de incêndio pelo método ARICA a edifícios no Porto. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Neves, I. C., Valente, J.C., e Ventura, J. M. P., citada in Caramujo, M. (2012). *Gestão da segurança contra incêndio em cidades sustentáveis dois casos de estudo*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção e Reabilitação apresentado ao Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- O CORVO (2013). *O Chiado ardeu á 25 anos e renasceu das cinzas*. Disponível em: <http://ocorvo.pt/2013/08/23/o-chiado-ardeu-ha-25-anos-e-renasceu-das-cinzas/>
- Ono, R. (2004). *Proteção do Patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação*. Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa, dentro do Ciclo de Palestras “memória & Informação”. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228453347_Protecao_do_Patrimonio_historico-cultural_contra_incendio_em_edificacoes_de_interesse_de_preservacao
- Padrão, I. (2013a). *Chiado mais desenvolvido e atrativo depois do incêndio de 1988*. Diário de Notícias. Disponível em: <http://www.dn.pt/portugal/sul/interior/chiado-mais-desenvolvido-e-atrativo-depois-de-incendio-de-1988-3320471.html>
- Padrão, I. (2013b). *Incêndio do Chiado mudou forma de combate aos fogos*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/portugal/sul/interior/incendio-do-chiado-mudou-forma-de-combate-aos-fogos-3320116.html>
- Padrão, I. (2013c). *Incêndio do Chiado mudou forma de combate aos fogos*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/portugal/sul/interior/incendio-do-chiado-mudou-forma-de-combate-aos-fogos-3320116.html>
- Pais, P. A. C., e Santos, C. C. (2015). Avaliação de risco de incêndio em centros históricos - O caso de Castelo Branco. *Agroforum: revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco*, 23(34), 39-50.
- Patrício, P. citada in Lusa. (2018). *Câmara de Lisboa destaca “determinação” para que incêndio do Chiado não se repita*. Diário de Notícias. Disponível em: <https://www.dn.pt/lusa/interior/camara-de-lisboa-destaca-determinacao-para-que-incendio-do-chiado-nao-se-repita-9804384.html>
- Pereira, M. F. F. S. (2011). *Aumento da atratividade e reforço da centralidade da Baixa Pombalina e Bairros Históricos*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura apresentado à Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa.
- Pincha, J. P. (2015). *A joia que o incêndio do Chiado tirou e nunca devolveu*. Disponível em: <https://observador.pt/especiais/joia-incendio-do-chiado-tirou-nunca-devolveu/>
- Procoro, A. (2006). *74-Sustentabilidade ameaçada: a importância da segurança contra incêndios e suas implicações para a sustentabilidade de áreas urbanas antigas. O caso do bairro*. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/CD/74.pdf>
- RÁDIO E TELEVISÃO DE PORTUGAL NOTÍCIAS (Produtor). (1998). *Incêndio no Chiado em 1988 @ RTP - Parte 2* [Áudio podcast]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=m9GTbhFhU-Y>
- RÁDIO E TELEVISÃO DE PORTUGAL NOTÍCIAS (Produtor). (2008). *Memórias do incêndio do Chiado* [Áudio podcast]. Disponível em: <http://ensina.rtp.pt/artigo/memorias-do-incendio-do-chiado/>
- RÁDIO E TELEVISÃO DE PORTUGAL NOTÍCIAS (Produtor). (2018a). *Incêndio no Chiado. Morreram duas pessoas no dia em que ardeu o coração de Lisboa* [Áudio podcast]. Disponível em: https://www.rtp.pt/noticias/pais/incendio-no-chiado-morreram-duas-pessoas-no-dia-em-que-ardeu-o-coracao-de-lisboa_v1095133
- RÁDIO E TELEVISÃO DE PORTUGAL NOTÍCIAS (Produtor). (2018b). *Siza Vieira foi responsável pela reabilitação do Chiado* [Áudio podcast]. Disponível em: https://www.rtp.pt/noticias/pais/siza-vieira-foi-responsavel-pela-reabilitacao-do-chiado_v1095230
- Revelar Lx. (2005a). *O Incêndio no Tempo*. Disponível em: <http://revelarlx.cm-lisboa.pt/gca/?id=1219>
- Revelar Lx. (2005b). *Armazéns Grandella*. Disponível em: <http://revelarlx.cm-lisboa.pt/gca/?id=1220>
- Risso, A. (2017). *Incêndio do Chiado - Os Armazéns Grandella*. Disponível em: <http://www.ideiaseopinioes.com/incendio-do-chiado-armazens-grandella/>
- Rodrigues, L. M. P. (2009). *Segurança contra incêndio em edifícios no Centro Histórico do Porto*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios apresentado à Fac. de Engenharia da Univ. do Porto.
- Rodrigues, A. S. F. (2010). *Risco de incêndio em centros históricos: índice de risco*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil apresentado a Universidade de Aveiro.

- Salgueiro, T. B. (1994). O comércio e a cidade: Lisboa e Porto. *Finisterra*, 29(57).
- Santana, M. L., Rodrigues, J., e Coelho, A. (2008). *A segurança contra incêndios nos centros históricos de Portugal e Brasil - semelhanças e dificuldades*. Disponível em: http://www.researchgate.net/profile/Joao_Paulo_Rodrigues3/publication/261436852_A_Segurana_contra_Incndios_nos_Centros_Histricos_de_Portugal_e_Brasil__Semelhanas_e_Dificuldades/links/00b7d5344186e6e624000000.pdf
- Santana, M. L. Citado em Rodrigues, A. S. F. (2010). *Risco de incêndio em centros históricos: índice de risco*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil apresentado a Universidade de Aveiro.
- Santos, M., Vicente, R., Ferreira, T., Varum, H., Costa, A., e Silva, J. A. R. (2011). Avaliação do risco de incêndio em núcleos urbanos antigos. 2ª Jornadas de segurança aos incêndios urbanos. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236132769_Avaliacao_do_Risco_de_Incendio_em_Nucleos_Urbanos_Antigos
- SAP024 (2018). *O fogo pode ter doído, mas trinta anos depois, o Chiado ainda parece o Chiado*. Disponível em: <https://24.sapo.pt/atualidade/artigos/o-fogo-pode-ter-doido-mas-trinta-anos-depois-o-chiado-ainda-parece-o-chiado>
- SEGURANÇA ONLINE (2013). *Reabilitação contra incêndios continua a ser “necessária”*. Disponível em: <http://www.segurancaonline.com/noticias/detalhes.php?id=1504>
- Serpa, F. B. (2012). *A segurança contra incêndio como abordagem de conservação do património histórico edificado: a aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina.
- Silva, H., Melgão, M., Conceição, R., Tlemçani, M., Reis, A., e Harrison, R. (2014). *Impact of the historical Chiado fire (lisbon city centre) in the local atmospheric electric field*. Disponível em: <http://www.lae.cge.uevora.pt/wp-content/uploads/2014/06/Impact-of-the-historical-Chiado-fire-Lisbon-city-centre-in-the-local-atmospheric-electric-field.pdf>
- Silva, M. J. (2014). *Segurança Contra Incêndios na Reabilitação Sustentável de Edifícios Antigos*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção e Reabilitação Sustentáveis apresentado à Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
- Siza Vieira, A. (2018). Entrevistado por Rádio e Televisão de Portugal [Gravação de fita]. Rádio e Televisão de Portugal, Lisboa. Disponível em: https://www.rtp.pt/noticias/pais/siza-vieira-foi-responsavel-pela-reabilitacao-do-chiado_v1095230
- SOCIEDADE INDEPENDENTE DE COMUNICAÇÃO NOTÍCIAS (Produtor). (2018). *Recordar o incêndio no Chiado, 30 anos depois* [Áudio podcast]. Disponível em: <https://sicnoticias.sapo.pt/pais/2018-08-25-Recordar-o-incendio-no-Chiado-30-anos-depois>
- TELEVISÃO INDEPENDENTE 24 (2018). *Incêndio no Chiado: o dia em que o coração de Lisboa acordou a arder*. Televisão Independente 24. Disponível em: <http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/fogo/incendio-no-chiado-o-dia-em-que-o-coracao-de-lisboa-acordou-a-arder>
- TELEVISÃO INDEPENDENTE 24 (Produtor). (2014). *Incêndio do Chiado foi há 26 anos* [Áudio podcast]. Disponível em: <http://www.tvi24.iol.pt/videos/informacao/incendio-do-chiado-foi-ha-26-anos/53fba53324acfdbe68af8653>
- Valentim, T. M. A. (2014). *Avaliação do risco de incêndio no núcleo urbano de Aljustrel*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Reabilitação Urbana apresentado à Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Instituto Politécnico de Tomar
- Vieira, B. (1988). Entrevistado por Rádio e Televisão de Portugal Notícias [Gravação de fita]. Rádio e Televisão de Portugal, Lisboa. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4neLtkxzVE>
- WIKIPEDIA (2018a). *Incêndio no Chiado*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Inc%C3%AAndio_do_Chiado
- WIKIPEDIA (2018b). *Grandes Armazéns do Chiado*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Grandes_Armaz%C3%A9ns_do_Chiado

MADEIRA, REGIÃO RESILIENTE - XIII ENCONTRO NACIONAL DE RISCOS

José Miguel da Silva Branco
Vogal do Serviço Regional de Proteção Civil, IP-RAM (Portugal)
miguel.branco@procivmadeira.pt

159

Por ocasião do 38.º aniversário do Serviço Regional de Proteção Civil, IP-RAM foi preparada, em parceria com a Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, a conferência MADEIRA, REGIÃO RESILIENTE.

Em 1982, através do Decreto Regional 1/82/M de 17 de fevereiro, começou a ser construída a estrutura regional de Proteção Civil, dando-se assim os primeiros passos para a criação de um organismo regional que tinha como missão superentender e coordenar, ao nível regional, todas as atividades de proteção civil.

Foi com esta nobre missão que um grupo constituído por pouco mais de uma dezena de pessoas, então instalados na Quinta Magnólia, Funchal, começou a coordenar as operações de socorro e a proceder ao despacho de meios numa pequena central telefónica que já na altura garantia, 24 sobre 24 horas, o serviço de urgência do 115 (a partir de 2007 passou a 112, o Número Europeu de Emergência).

Ao longo destes 38 anos o Serviço Regional de Proteção Civil foi ganhando competências mas também muitas responsabilidades, obrigando-nos a robustecer quer em equipamentos mas acima de tudo no capital humano, base do sucesso das organizações.

Ao longo deste tempo as atribuições a tarefas acometidas a este Serviço foram-se alargando, passando a ser da sua competência, também, o incremento da cultura de proteção civil na população, importando por isso, despertar o seu interesse para os riscos existentes no seu território. Neste âmbito e através da parceria e coordenação científica da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, foi desenvolvida de 17 a 18 de fevereiro de 2020 a conferência MADEIRA, REGIÃO RESILIENTE (fig. 1).

Importa realçar que ao longo dos séculos, muitos foram os eventos destrutivos que assolaram a Região Autónoma da Madeira, destacando-se pelo impacto no território, as aluviões: em consequência de uma intensa precipitação num curto espaço de tempo, cheias rápidas e deslizamentos de massas ocorreram um pouco por toda a Região, deixando, um elevado rasto de destruição.

Quanto ao futuro, os estudos sobre as alterações climáticas preveem que ocorram eventos meteorológicos extremos, ainda mais fortes e frequentes, para as quais a Madeira e os Madeirenses têm de estar preparados.



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação do XIII Encontro Nacional de Riscos.

Fig. 1 - Reproduction of the poster of the XIII National Meeting on Risks.

Estudando o passado mas especialmente visando o futuro, a Região Autónoma da Madeira tem vindo a implementar um conjunto diverso de estratégias para mitigar vindouros acontecimentos extremos.

As medidas estruturais e não estruturais que foram implementadas, associadas a uma forte disseminação de uma cultura de proteção civil por toda a população, as quais devem continuar a nortear a política regional naquilo a que diz respeito à proteção das populações e dos seus bens, tornam certamente a Madeira, uma Região mais Resiliente.

Visando o debate de ideias sobre estratégias mitigadoras dos riscos, a conferência MADEIRA, REGIÃO RESILIENTE foi dividida em quatro temáticas: Madeira Singular, Madeira tecnologia, Madeira nos pais e na Europa e Madeira na Sociedade Civil.

No âmbito da "Madeira singular", o Doutor João Baptista Pereira Silva, Professor Doutor Luciano Lourenço, Professor Doutor Betâmio de Almeida e Doutor Sérgio Lopes, abordaram temas da Geotoponímia e Geoengenharia do Arquipélago da Madeira; os Riscos: terminologia e tipos; a Resiliência e Gestão do Risco, As aluviões como referência e vivência; gestão do risco de cheias torrenciais na Madeira (fot. 1).



Fot. 1 - Aspecto da constituição da Mesa do Painel 1 "Madeira singular".

Photo 1 - Appearance of the constitution of the Table Panel 1 "Madeira singular".

A tarde dedicada à "Madeira tecnologia" contou com a participação de Capitão José Dias, Doutor Vitor Prior, Doutor Rodrigo Proença de Oliveira, Eng.º João Ferreira dos Santos, Eng.º Manuel Filipe e Dr. Luís Vale e foram abordados os temas da Proteção de pessoas e bens; as melhorias nos sistemas de observação, vigilância e previsão na RAM; os contributos para uma estratégia integrada de gestão do risco de cheias e de aluviões; o papel da engenharia na proteção do território e das suas gentes e do Instituto de Florestas e Conservação da Natureza - IP-RAM na mitigação dos Riscos Naturais, bem como o da Formação MRMI (medical response to major incidences), para a organização da resposta em situações de exceção (fot. 2).



Fot. 2 - Aspecto da Mesa do Painel 2 "Madeira tecnologica".

Photo 2 - Appearance of the of Table Panel 2 "Madeira technological".

A manhã do dia 18 de fevereiro foi dedicada à "Madeira no país e na Europa", através das conferências da Dr.ª Helena Azevedo, Doutor Xavier Romão, Eng.º José Pimenta de França, Doutor Rui Marques e Eng.º Pedro Teiga, nas quais foram debatidas as temáticas dedicadas aos apoios comunitários para o reforço da resiliência na RAM; a importância da informação sobre os impactos das catástrofes; os sistemas de monitorização e de alerta de riscos naturais; movimentos de vertentes nos Açores e desafios e oportunidades da reabilitação de corredores fluviais em situação de risco de cheias (fot. 3).



Fot. 3 - Aspecto a Mesa do Painel 3 "Madeira no país e na Europa".

Photo 3 - Appearance of the Table Panel 3 "Madeira in the country and in Europe".

Finalmente a ultima tarde da conferência foi dedicada à "Madeira na sociedade civil" através de uma mesa redonda aberta a alguns intervenientes da sociedade civil aquando da última aluvião da Madeira, em fevereiro de 2010 (fot. 4).



Fot. 4 - Aspecto da Mesa redonda "Madeira na sociedade civil".

Photo 4 - Appearance of the round table "Madeira in civil society".

Foi sob o lema MADEIRA, REGIÃO RESILIENTE que se pretendeu, neste encontro, colocar a comunidade científica, os agentes de proteção civil, os órgãos de decisão regionais e locais e a população em geral, a refletir sobre o que fazer em caso de catástrofes provocadas pela manifestação de riscos e, em particular, de aluviões, aprendendo com o passado para melhor preparar o futuro.

SÉRIE “RISCOS E CATÁSTROFES”: A PERSPETIVA HOLÍSTICA DOS QUATROS NOVOS VOLUMES

Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra, RISCOS, NICIF e CEGOT, FLUC, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)

ORCID 0000-0003-3927-0748 velezcastro@fl.uc.pt

161

Já estão disponíveis as versões e-book dos volumes 6, 7, 8 e 9 da Série “*Riscos e Catástrofes*”, em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/src/>, que foram publicadas pela RISCOS, com chancela da Imprensa da Universidade de Coimbra.

Esta série, que foi criada em 2015, conta com um conjunto de obras dedicadas ao tema das ciências cindínicas, tendo como objetivo principal a divulgação de investigação científica relativa à temática dos riscos naturais, antrópicos e mistos, quer no âmbito teórico, quer em termos práticos, de estudos de caso.

Estes 4 volumes foram antecidos por 5 obras anteriores da mesma coleção, sendo a primeira dedicada ao terramoto de 1755; a segunda à sociologia do risco; a terceira e a quarta, em jeito de livros de homenagem, a António Pedrosa; e a quinta ao acidente ferroviário de Alcaface. Agora, numa lógica mais global, a RISCOS achou que era hora de dar à estampa uma visão holística e sistemática sobre as ciências cindínicas.

Nessa lógica, foi publicado o volume 6, intitulado “*Riscos e Crises. Da teoria à plena manifestação*” (fig. 1) disponível em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/src/volume-vi-riscos-e-criSES/>, com coordenação da responsabilidade de Luciano Lourenço e António Amaro, os quais assumem que a obra foi concebida para fazer o enquadramento desta série na chamada “Cindínica”, a ciência que estuda os riscos naturais, antrópicos e mistos, bem como a prevenção das suas plenas manifestações, as catástrofes. Trata-se de um livro onde se sistematiza e discute, em língua portuguesa, a terminologia associada à teoria do risco.

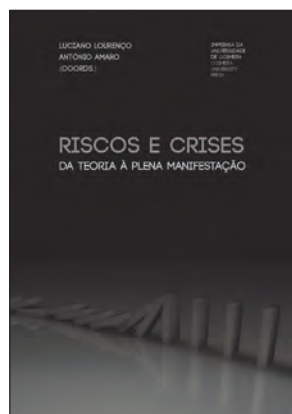


Fig. 1 - Aspecto da capa do volume “Riscos e Crises”.

Fig. 1 - Aspect of the cover of the volume “Risks and Crises”.

Além disso, também enquadra o estudo dos diferentes tipos de risco que envolvem a intervenção dos agentes de proteção civil, contribuindo para a definição de uma metodologia cindínica. Deste modo e ao contrário destas ciências mais específicas, que apresentam uma visão mais especializada e, por isso, também mais parcelar dos riscos, as ciências cindínicas procuram concentrar-se no estudo global dos riscos, através de uma visão holística que abarca os diferentes tipos de manifestações porque se materializam.

A obra é composta por 3 partes: a primeira dedicada à teoria do risco; a segunda às questões metodológicas da análise e avaliação do risco em diferentes ciências; a terceira à prevenção, socorro e reabilitação, entendidos como os principais pilares de sustentação de uma proteção civil moderna. Os números seguintes, embora com a mesma natureza de síntese e sistematização, integram os 3 grandes grupos que constituem a taxonomia do Risco.

O volume 7, denominado “*Catástrofes Naturais. Uma abordagem global*” (fig. 2) encontra-se disponível em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/src/volume-vii-catastrofes-naturais/>, foi organizado por Luciano Lourenço e António Vieira, tendo sido destacados os riscos climáticos e meteorológicos, associados aos elementos do estado de tempo (vento, temperatura), bem como os riscos hidrológicos, que dizem respeito à dinâmica da água (precipitação, invasão de água do mar e inundação), e, ainda, os riscos geomorfológicos e as suas manifestações, a par dos riscos biológicos, com especial referência às pragas animais e vegetais.

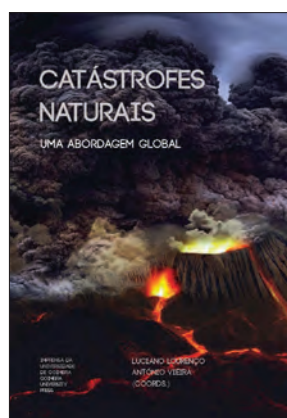


Fig. 2 - Frontispício do livro Catástrofes Naturais.

Fig. 2 - Frontispiece of the book *Natural Catastrophes*.

Segundo os organizadores do volume, ao longo de cada um dos referidos capítulos, procurou-se clarificar os

aspectos conceptuais e metodológicos inerentes a cada um dos riscos em análise, sua sistematização ou tipificação, efeitos e consequências, nomeadamente para o Ser Humano, e exemplos da sua manifestação. Ainda que com características distintas e influenciadas por fatores diferenciados, a abrangência das catástrofes naturais é evidente, afetando a generalidade das sociedades humanas e condicionando a sua atividade em quase todos os pontos da superfície terrestre. Os registos de catástrofes naturais com impactes em termos humanos ou económicos, em maior volume e precisão no decurso do último século e especificamente nas últimas décadas, em virtude da grande evolução tecnológica e da ampla disseminação da informação e dos meios de comunicação, permitem traçar uma evolução crescente da sua ocorrência.

Na senda deste, o volume 8 designado “*Catástrofes Antrópicas. Uma aproximação integral*” (fig. 3) e disponível em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/src/volume-viii-catastrofes-antronicas/>, da responsabilidade de Luciano Lourenço e Fátima Velez de Castro, analisa 2 grandes grupos, sendo que no primeiro - Riscos Tecnológicos - se apresentam trabalhos sobre riscos nos transportes, na construção civil, em áreas urbanas e industriais, assim como de explosão e extravasamento de substâncias perigosas. Também é dado destaque ao risco de colapso e falhas de energia, de recursos e de sistemas essenciais, associados a riscos hídricos, energia e resíduos urbanos. Na segunda parte do livro são tratados os riscos sociais e as suas manifestações, nomeadamente a perturbação do normal funcionamento dos sistemas rurais por delapidação do solo, assim como territórios e populações vulneráveis, numa abordagem preliminar ao conceito de urbicídio. Nesta parte, destacam-se os Riscos Bélicos, onde são focadas desde situações de terrorismo, radicalismo, até guerra nucleares, biológicas e cibernéticas, etc.



Fig. 3 - Detalhe da capa da obra *Catástrofes Antrópicas*.

*Fig. 3 - Detail of the cover of the work *Catastrophes Antrópicas*.*

Este volume diz respeito a uma temática cindínica que se reveste de um caráter bastante invulgar. Digamos que o tipo de riscos que trata, a natureza de síntese que apresenta e a estrutura organizacional escolhida, lhe confere um caráter único no meio académico

contemporâneo, já que assume o compromisso de organizar aquilo que tem sido a investigação científica dos temas, procurando refletir sobre as novas tendências e necessidades de estudo no âmbito dos riscos antrópicos.

Por fim, o volume 9 intitulado “*Catástrofes Mistas. Uma perspetiva ambiental*” (fig. 4) disponível em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/src/volume-ix-catastrofes-mistas/>, coordenado por Luciano Lourenço e Adélia Nunes, conta com uma primeira parte, mais breve, sobre Riscos Mistos de Componente Atmosférica e outra mais abrangente sobre Riscos Mistos de Componente Geodinâmica. Nesta segunda secção é abordada a questão da sismicidade induzida, da erosão hídrica e fluvial, da erosão costeira, eólica e química, assim como riscos associados aos solos, no âmbito da desertificação e de salinização. Por último, são tratados os riscos de poluição e de incêndio florestal.

Os organizadores referem que este volume trata de catástrofes mistas, que tanto podem ter uma origem natural, como podem ser provocadas pelo ser humano. Porque a maioria delas produz efeitos notórios sobre o ambiente, por vezes também são referidas como catástrofes ambientais, embora, neste caso, não seja tida em conta a sua origem, ou seja, as causas que as determinaram, mas sim as suas consequências. Mas, porque muitas das consequências das catástrofes mistas se refletem exatamente sobre o ambiente, torna-se difícil traduzir esses efeitos em perdas de seres humanos, como fizemos nos dois volumes anteriores, já que mesmo quando elas existem, raramente ocorrem em simultâneo e, por conseguinte, não se tornam tão visíveis como sucede nas catástrofes naturais e antrópicas, em que o número de mortos provocados por um único acontecimento pode ser muito elevado.



Fig. 4 - Pormenor da capa do tomo *Catástrofes Mistas*.

*Fig. 4 - Detail of the cover of the tome *Mixed Catastrophes*.*

O lançamento da versão impressa destes 4 volumes está marcado para o “*V Congresso Internacional de Riscos*” (informações em <https://vcir.riscos.pt/>), que irá decorrer de 12 a 16 de outubro de 2020, na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, e que é dedicado ao tema “*Contributos da ciência para a redução do risco. Agir hoje para proteger o amanhã*”.

Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS
FLUC, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)
ORCID 0000-0003-3927-0748 velezcastro@fl.uc.pt

Adélia Nunes

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

163

Face ao contexto de pandemia de COVID-19 que vivemos, declarada em meados de março do corrente ano, o V Congresso Internacional de Riscos foi adiado, tendo sido remarcado para a semana de 12 a 16 outubro de 2020. À escala global e num passado recente, nunca a palavra risco foi tão utilizada, nem a necessidade de adoção de medidas de prevenção foi tão evocada e a situação de estado de emergência (situação de calamidade pública) foi, em tão grande número, declarada pelos órgãos de soberania nacional. Podemos mesmo afirmar que nunca os “*Contributos da Ciência para a Redução do Risco. Agir hoje para proteger o amanhã*”, tema geral do V Congresso Internacional de Riscos, assumiram tanto significado. Com efeito, um pouco por todo o mundo e num contexto quase diário, somos confrontados com situações de catástrofes que põem em causa a nossa sobrevivência, destroem comunidades ou afetam as suas infraestruturas e causam graves traumas sociais e psicológicos. Reconhecendo o crescente impacte das crises e a sua complexidade em vastas áreas do globo, a redução dos riscos e a construção de sociedades mais resilientes constituem objetivos prementes, enunciados no quadro de ação de Sendai 2015-2030.

Nestas circunstâncias, a convergência de saberes e do conhecimento científico, seja teórico, aplicado ou tecnológico, com o de entidades e parceiros com conhecimentos práticos e experiências técnicas, deve contribuir para identificar, caracterizar e avaliar metodicamente os riscos naturais, antrópicos e mistos, que condicionam a segurança, a qualidade do ambiente e de vida das populações, aspetos fundamentais para a adoção de medidas adequadas de eliminação ou mitigação dos riscos e das suas manifestações. É com este espírito e missão que nos propomos realizar o V Congresso Internacional de Riscos e que, à semelhança dos anteriores, reúne especialistas em ciências cindinicas (investigadores, professores, técnicos, profissionais, estudantes,) e, ainda, os operacionais envolvidos na gestão do risco (antes, durante e após a sua manifestação). Com efeito, no momento em que a decisão de adiar o Congresso foi tomada, já tinham sido aceites cerca de 300 resumos (apresentações orais e posters), o programa geral já estava delineado, os conferencistas convidados, as visitas técnicas definidas, conforme se pode consultar em <https://vcir.riscos.pt/programa/pgeral>.



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação do V Congresso Internacional de Riscos.

Fig. 1 - Reproduction of the poster of the V International Congress on Risks.

De referir que este congresso também está virado para a docência, sendo que irá ofertar um conjunto 4 de cursos de formação de 15 horas, a saber: “Reabilitação, recuperação, reconstrução e resiliência após a catástrofe”; “Metodologia para análise de riscos e para avaliação de catástrofes”; “Ciência e tecnologia na redução do risco: Contributos para a gestão de crises”; “Riscos geomorfológicos do NW de Portugal”. As(os) professoras(es) também poderão realizar o curso de formação de 30 horas sobre “Processos, vulnerabilidades e riscos. Dos conceitos à sua aplicação na redução do risco”. A educação e comunicação, que estão na base destes cursos, são ferramentas essenciais para garantir a sensibilização da população em matéria de autoproteção e, deste modo, promover

uma melhor aplicação do princípio da precaução, contribuindo para a adoção de medidas não só preventivas, antes do risco se manifestar, mas também de mitigação das consequências sempre que ele vier a manifestar-se. Além disso, no decurso da catástrofe e na fase de recuperação possibilitam, ainda, validar, partilhar, disseminar e combinar diversas informações, provenientes de várias fontes. Pode consultar todos os detalhes em:

<https://cfp.riscos.pt/formacao/cf-congressos/>.

Com a participação de um vasto e diversificado leque de especialistas, oriundos de áreas temáticas distintas, bem como de operacionais que dão resposta às manifestações concretas dos diferentes tipos de risco, provenientes de várias nacionalidades, fomentar-se-á um diálogo profícuo entre Ciência, Operacionais e Sociedade civil, através da transferência de conhecimentos, dirigidos para a redução dos riscos e para a promoção de ações/attitudes/valores/princípios que visam melhorar a resiliência da sociedade perante manifestações do risco, hoje e no futuro.

CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA RISCOS: UMA APOSTA NA QUALIFICAÇÃO DOCENTE

Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS
FLUC, Dep. de Geografia e Turismo (Portugal)ORCID 0000-0003-3927-0748 velezcastro@fl.uc.pt

Fernando Félix

Universidade de Coimbra
Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (Portugal)ORCID 0000-0001-8509-6010 ffelix@fl.uc.pt

165

Pensando na formação contínua de docentes do ensino pré-escolar, básico e secundário, foi recentemente criado o Centro de Formação de Professores da RISCOS (CFPR). A ideia não é recente, tendo vindo a ser amadurecida ao longo dos anos, em paralelo com a própria evolução da associação. O PROSEPE (Projeto de Sensibilização e Educação Florestal da População Escolar), ainda que dedicado a um risco específico, não só deu um forte contributo para a criação da RISCOS, mas também a impulsionou, desde os seus primeiros passos, no sentido de vir a promover a formação das/os professoras/es, aliando a investigação científica à transferência de conhecimento para a sociedade, em especial para as escolas.

Com efeito, entre outros objetivos, a RISCOS assumiu como missão partilhar com as escolas o conhecimento científico desenvolvido ao longo de vários anos, pois julgamos que a educação é um pilar fundamental de qualquer sociedade que se pretende resiliente, ativa e cidadã. Recordando os próprios estatutos (artigo 3.º), foi claro o compromisso de serem promovidas “ações de formação na área dos riscos, prevenção e segurança”, bem como ações de sensibilização com vista à instauração de uma cultura assente na proteção de pessoas e bens. Por outro lado, a RISCOS também está comprometida no auxílio à formação dos próprios jovens, cujo “Perfil à saída da escolaridade obrigatória” deve permitir que consigam avaliar e selecionar a informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas no seu dia a dia, assim como lidar com a mudança e com a incerteza num mundo em rápida transformação.

Estão à disposição das professoras e dos professores vários cursos, sejam eles de formação inicial, de formação específica, ou de atualização e, também, oficinas de formação, em áreas diversas que incluem desde abordagens mais gerais e introdutórias, a temas específicos na área dos riscos naturais, riscos antrópicos e riscos mistos. As ações de formação a desenvolver pela RISCOS são essencialmente constituídas por cursos e oficinas de formação. Os cursos de formação, estão organizados de forma sequencial, os primeiros dos quais, designados de formação inicial, visam introduzir os formandos nos grandes domínios cindinicos.



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação do Centro de Formação de Professores da RISCOS (CFPR)

Fig. 1 - Reproduction of the poster of the RISCOS Teacher Training Center (CFPR)

Segue-se-lhes a formação específica, temática, que permite abordagens mais pormenorizadas sobre os diferentes subtipos de riscos. O terceiro nível, corresponde a uma formação de atualização, que permite o aperfeiçoamento e atualização do conhecimento sobre um determinado tipo ou sobre vários tipos de riscos, consoante o formato que apresente. As oficinas de formação também se distribuem pela área de iniciação, apresentando um carácter mais geral, e por áreas específicas, mais orientadas para conjuntos de riscos específicos, e que visam o aprofundamento do conhecimento sobre os riscos e as catástrofes, aos quais se associa a transposição pedagógico didática, para a sala de aula, dos conteúdos nelas ministrados.

Estas ações de formação são acreditadas pelo CCPFC e ministradas por formadoras e formadores com vasta experiência docente, quer em termos de coordenação e organização de ações de formação para professores, quer no relacionamento com as Escolas dos Ensinos Básico e Secundário. Os sócios da RISCOS poderão usufruir de inúmeras vantagens, nomeadamente de receção da revista *Territorium* em versão impressa e descontos em todas as ações de formação em que se vierem a inscrever. Estas e outras informações estão disponíveis na página web <https://cfp.riscos.pt>.

(Página deixada propositadamente em branco)

NOTA DE ABERTURA

Luciano Lourenço	3
------------------------	---

ARTIGOS

Carlos Walter Porto-Gonçalves De caos sistêmico e de crise civilizatória: tensões territoriais em curso	5
Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro e Samia Nascimento Sulaiman O risco climático na agricultura do Brasil no contexto de ferramentas de busca (<i>big data</i>)	21
Agostinho Prado Alves Junior e Osvaldo Coelho Pereira Neto O mapeamento da área de risco à jusante do lago Igapó em Londrina - PR - Brasil, no caso de rompimento hipotético da barragem	29
Jones Zamboni Graosque e Laurindo Antonio Guasselli Principal component analysis of C-SAR images for flood mapping - Santa Fé province, Argentina	41
Maikon Passos Amilton Alves, Rafael Brito Silveira, Ana Monteiro, Daniel Pires Bitencourt e Carlos Miguel Sousa Reconstrução de dados e detecção de ondas de calor e de frio no porto e concelhos vizinhos - Portugal	49
Ana Paula Silva Camelo, Keila Sanches e Bruno Nakagomi Zoneamento de incêndios florestais na estação ecológica Águas Emendadas, Distrito Federal (Brasil)	67
Carlos David Veiga França, Silas Nogueira de Melo, Claudio Eduardo de Castro e Luiz Carlos Araújo dos Santos Modelo espacial de risco de incêndio intraurbano: fatores de população e carga de incêndio	81
Samara Sayonra Cândida da Silva e Lutiane Queiroz de Almeida Risco associado ao transporte metroferroviário urbano: estudo na região metropolitana de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil	93
Aiala Colares de Oliveira Couto Do narcotráfico às narcomilícias: configurações territoriais sobrepostas na periferia de Belém	103

NOTAS

Jorge Eiras, Artur Costa e Mônica Santos Avaliação da suscetibilidade associada a atividades de montanha no Parque Nacional da Peneda Gerês. Contribuições para a elaboração de um plano prévio de intervenção	115
Daniel Rodrigues, Johnny Reis e Carlos Hermenegildo Modelação e cenarização de acidentes com matérias perigosas nas infraestruturas de transporte do município de Mortágua	125
Ana Sá Fernandes e António Fidalgo Relembrar o grande incêndio de Lisboa 30 anos depois	143

NOTÍCIAS

José Miguel da Silva Branco Madeira, Região Resiliente - XIII Encontro Nacional de Riscos	159
Fátima Velez de Castro Série "Riscos e Catástrofes": a perspectiva holística dos quatro novos volumes	161
Fátima Velez de Castro e Adélia Nunes V Congresso Internacional de Riscos, em outubro de 2020	163
Fátima Velez de Castro e Fernando Félix Centro de Formação de Professores da RISCOS: uma aposta na qualificação docente	165



RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

1 2



9 0

UNIVERSIDADE D
COIMBRA

I
IMPRESSA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
COIMBRA UNIVERSITY PRESS
U